

**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**E.A.P. DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**“Evaluación Hematológica de dos Líneas de Selección  
de Cuyes (Cárnica y Precoz) Criados en la Estación  
Ivita el Mantaro”**

**TESIS**

**Para optar el Título Profesional de Médico Veterinario**

**AUTOR**

**José Antonio Vidalón Romo**

**Lima – Perú**

**2014**

## **AGRADECIMIENTOS**

Quisiera expresar mi más sincera gratitud a las personas que de alguna manera hicieron posible la realización de ésta tesis:

A mi Directora de Tesis, Doctora Olga LÍ, por la confianza depositada, el apoyo y la siempre disposición para la realización de éste trabajo.

Al Doctor y buen amigo Luis Hoyos, por su paciencia, orientación, aporte, tiempo prestado y por sus buenos consejos. Mil gracias Luchito.

Al Doctor Manuel Barrios, Carlitos y Señora Blanquita por su amistad y apoyo.

Al Doctor Ronald Jiménez por su Asesoría y las facilidades brindadas en el uso de las instalaciones del IVITA El Mantaro. Claro está, su buena amistad.

A mi esposa por su gran apoyo, amor y sobre todo paciencia conmigo, te amo, a mi Felipe por ser la luz que ilumina mis días y el motivo para seguir adelante.

A mis queridos y siempre amados padres, Don Arístides y Doña Mary, gracias por creer siempre en mí, los amo con el alma, nunca les fallaré.

## **DEDICATORIA**

A la personita más importante de mi vida, el cual llena mis días de alegría, aprendizaje, felicidad y claro está de mucho amor, mi hijo Felipe. Todo por tí y para tí hijo. Te amo.

## CONTENIDO

	Pág
• Resumen	xi
• Summary	xii
• Lista de cuadros	xiii
• Lista de figuras	xiv
• Lista de apéndices	xvi
I. Introducción	1
II. Revisión Bibliográfica	3
2.1. Historia y Evolución	3
2.2. Características Generales de Los Cobayos	5
2.3. Taxonomía	8
2.4. Importancia socioeconómica y usos del cobayo	8
2.4.1. Importancia socioeconómica	8
2.4.2. Usos del cobayo	10

2.4.2.1. En la alimentación	10
2.4.2.2. En investigación	11
2.4.2.3. Como mascotas	12
2.5. Razas o Líneas	12
2.6. Cuyes Reproductores Híbridos: Cuyes Reproductores G (RG) y Cuyes G	15
2.6.1. Cuyes Reproductores G (RG)	16
2.6.1.1. Abuelos Paternos G: Línea Precoz y Línea Cárnica	16
2.6.1.1.1. Línea Precoz	16
2.6.1.1.2. Línea Cárnica	17
2.6.1.2. Abuelos Maternos: Línea Prolífica y Línea Lechera	17
2.6.1.2.1. Línea Prolífica	17
2.6.1.2.2. Línea Lechera	17
2.6.2. Cuyes G	18
2.7. Sistema de producción	18
2.7.1. Crianza familiar	18
2.7.2. Crianza familiar comercial	19
2.7.3. Crianza comercial (Tecnificado)	20
III. Sanidad en Cuyes	22
3.1. Principales enfermedades que afectan al cobayo	24
3.1.1. Enfermedades bacterianas	24
3.1.1.1. Salmonelosis	24
3.1.1.1.1. Etiología	25
3.1.1.1.2. Transmisión	25

3.1.1.1.3. Signos clínicos	26
3.1.1.1.4. Patología	26
3.1.1.1.5. Diagnóstico	27
3.1.1.1.6. Tratamiento	27
3.1.1.1.7. Profilaxis y control	28
3.1.1.2. Infección por <i>Pasterella sp.</i>	28
3.1.1.2.1. Etiología	28
3.1.1.2.2. Signos clínicos	29
3.1.1.3. Infección por <i>Bordetella bronchiseptica</i>	29
3.1.1.3.1. Etiología	29
3.1.1.3.2. Signos clínicos	29
3.1.1.3.3. Tratamiento y control	29
3.1.1.4. Infección por <i>Streptococcus sp.</i> (Linfadenitis cervical)	30
3.1.1.4.1. Etiología	30
3.1.1.4.2. Transmisión	30
3.1.1.4.3. Signos clínicos	30
3.1.1.4.4. Patología	31
3.1.1.4.5. Diagnóstico, tratamiento y control	31
3.1.1.5. Infección por <i>Yersinia pseudotuberculosis</i>	31
3.1.1.5.1. Etiología	31
3.1.1.5.2. Signos clínicos	32
3.1.1.5.3. Patología	32
3.1.1.5.4. Diagnóstico, tratamiento y control	32

3.1.2. Enfermedades Micóticas	32
3.1.2.1. Infección por dermatofitos	32
3.1.2.1.1. Etiología	32
3.1.2.1.2. Transmisión	33
3.1.2.1.3. Signos clínicos	33
3.1.2.1.4. Patología	33
3.1.2.1.5. Diagnóstico, tratamiento y control	33
3.1.3. Enfermedades parasitarias causada por Protozoos	34
3.1.3.1. Infección por <i>Cryptosporidium wrairi</i>	34
3.1.3.1.1. Etiología	34
3.1.3.1.2. Signos clínicos y patología	34
3.1.3.1.3. Diagnóstico y tratamiento	35
3.1.3.2. Infección por <i>Eimeria caviae</i>	35
3.1.4. Enfermedades causada por Helminthos	36
3.1.4.1. Infección por Nemátodos	36
3.1.4.2. Infección por Tremátodos	37
3.1.4.2.1. Infección por <i>Fasciola hepatica</i> (Distomatosis)	37
3.1.4.3. Infección por Céstodes	38
3.1.4.3.1. Cisticercos	38
3.1.4.3.2. Cenurosis	38
3.1.4.3.3. Quiste hidatídico	38
3.1.5. Infestación por Ectoparásitos	38
3.1.5.1. Piojos	38

3.1.5.2. Pulgas	39
3.1.5.3. Ácaros	39
IV. Hematología	42
4.1. Hematopoyesis	42
4.1.1. Fase Mesoblástica	42
4.1.2. Fase Hepática	43
4.1.3. Fase Mieloide	43
4.2. Composición de la Sangre	44
4.2.1. Eritrocitos	44
4.2.2. Leucocitos	45
4.2.2.1. Granulocitos	45
4.2.2.1.1. Neutrófilos segmentados	45
4.2.2.1.2. Neutrófilos en banda	45
4.2.2.1.3. Eosinófilos	45
4.2.2.1.4. Basófilos	46
4.2.2.2. Agranulocitos	46
4.2.2.2.1. Linfocitos	46
4.2.2.2.2. Monocitos	46
4.2.3. Plaquetas	47
4.3. Aspectos en Patología Clínica	47
4.4. Morfología e índices de las células periféricas del Cobayo	49
4.4.1. Eritrocitos	49



4.4.2. Trombocitos	49
4.4.3. Leucocitos	49
4.5. Valores hematológicos reportados en Cobayos	50
4.6. Variaciones clínicas en el cuadro sanguíneo	59
 V. Materiales y métodos	 60
5.1. Materiales	60
5.1.1. Localización	60
5.1.2. Animales	60
5.1.3. Materiales para la extracción de sangre	61
5.1.4. Equipo y materiales para hematología	61
5.2. Metodología	65
5.2.1. Obtención de muestra de sangre	65
5.2.2. Procesamiento de muestras	66
5.2.2.1. Volumen del paquete celular (Hematocrito %)	66
5.2.2.2. Método para la determinación de Hemoglobina (g/dl)	66
5.2.2.3. Recuento de Glóbulos Rojos o Eritrocitos ( $\times 10^6/\mu\text{l}$ )	67
5.2.2.4. Recuento de Glóbulos Blancos o Leucocitos ( $\times 10^3/\mu\text{l}$ )	69
5.2.2.5. Frotis para el Recuento Diferencial (%)	70
5.2.2.6. Determinación de Índices Eritrocíticos	71
5.3. Análisis de datos	72
5.3.1. Tamaño muestral	72
5.3.2. Análisis estadístico	73

VI.	Resultados	74
6.1.	Serie Eritrocítica	76
6.2.	Serie Leucocítica	76
VII.	Discusión	77
VIII.	Conclusiones	82
IX.	Recomendaciones	83
X.	Apéndices	84
XI.	Bibliografía	89

## RESUMEN

Los parámetros hematológicos son herramientas útiles en la clínica médica animal, pero su utilidad en el cobayo es limitada ante la ausencia de valores de referencia actualizada y extranjera. Con el objetivo de caracterizar parte del perfil fisiológico en esta especie tan extendida y utilizada en el país, se determinaron valores hematológicos en ejemplares aparentemente sanos. Fueron estudiados en total 60 animales, 30 animales pertenecientes a la Línea Cárnica y 30 animales de la Línea Precoz, todos machos, con una edad promedio de 2.5 meses, todos pertenecientes a la Estación IVITA El Mantaro, Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Los perfiles hematológicos (recuento total de eritrocitos, hematocrito, concentración de hemoglobina, volumen corpuscular medio, concentración de hemoglobina corpuscular media, hemoglobina corpuscular media, recuento total de leucocitos, neutrófilos, linfocitos, monocitos y recuento de plaquetas), los valores obtenidos fueron analizados para determinar la existencia de diferencia estadística significativa en ambas líneas de cobayos, utilizando para ello la prueba estadística t-student; los valores reportados por ISIS (1999) y Schalm *et al* (1975), por ser reportes más completos en los resultados de los mismos (media, desvío estándar, rangos, sexo y edad) serán tomados como referencia. Tomando importancia el origen, el tipo de crianza, el manejo y raza de la especie en estudio. Se concluye con la importancia de establecer parámetros referenciales para cada área local o regional así como la genética es una importante variable a ser considerada en el análisis de los parámetros sanguíneos en el cobayo.

**Palabras clave:** Cobayo, Línea Cárnica, Línea Precoz, parámetros hematológicos.

## ABSTRACT

Hematological parameters are useful tools in animal health clinic, but its usefulness is limited in the guinea pig in the absence of foreign values and updated reference. In order to characterize physiological profile is part of this widespread and species used in the country , hematological values were determined in apparently healthy individuals . We studied a total of 60 animals, 30 animals of the Meat Line and 30 Line Early animals , all males , with an average age of 3 months, all belonging to the Research Center Guinea Pigs IVITA - EL Mantaro . Hematologic profiles (total erythrocyte count, hematocrit , hemoglobin concentration , mean corpuscular volume, concentration mean corpuscular hemoglobin , mean corpuscular hemoglobin, total leukocyte , neutrophils , lymphocytes , monocytes and platelets) , values obtained were analyzed to determine the existence of statistically significant differences in both lines of guinea pigs, using the t-student statistical test; the values reported by ISIS (1999) and Schalm et al (1975), being more complete on the results thereof (mean, standard deviation, range, gender and age) reports shall be taken as reference. Taking importance the origin, type of rearing, management and breed the species under study. It concludes with the importance of reference parameters for each local or regional area and genetics is an important variable to be considered in the analysis of blood parameters in guinea pigs.

**Keywords:** Guinea Pig, Meat Online, Early Online, hematological parameters

## LISTA DE CUADROS

	Pág.
<b>Cuadro 1:</b> Constantes hematológicas del cuy.	52
<b>Cuadro 2:</b> Valores hematológicos en cobayos infestados y no infestados con pulgas ( <i>pulex irritans</i> ).	53
<b>Cuadro 3:</b> Valores hematológicos en 49 cobayos infestados y no infestados con <i>dermanyssus gallinae</i> .	54
<b>Cuadro 4:</b> Reporte de valores hematológicos para cobayos.	55
<b>Cuadro 5:</b> Valores hematológicos de 16 cobayos machos de 63 – 90 días de edad.	56
<b>Cuadro 6:</b> Valores hematológicos normales del cobayo.	57
<b>Cuadro 7:</b> Parámetros hematológicos de cobayos ( <i>cavia porcellus</i> ).	58
<b>Cuadro 8:</b> Valores de la serie eritrocítica, serie leucocítica y conteo de plaquetas en cobayos ( <i>cavia porcellus</i> ) de la línea precoz y línea cárnica.	75

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura N° 1:</b> Valor nutritivo de la carne del cuy	11
<b>Figura N° 2:</b> Cuyes línea Perú	14
<b>Figura N° 3:</b> Cuy línea andina	14
<b>Figura N° 4:</b> Cuyes línea inti	15
<b>Figura N° 5:</b> Crianza familiar	19
<b>Figura N° 6:</b> Crianza familiar – comercial	20
<b>Figura N° 7:</b> Crianza tecnificada	21
<b>Figura N° 8:</b> Materiales y equipo para determinación de hematocrito	63
<b>Figura N° 9:</b> Materiales y equipo para determinación de hemoglobina	64
<b>Figura N° 10:</b> Materiales y equipo para recuento globular	64
<b>Figura N° 11:</b> Materiales y equipo para recuento diferencial	65
<b>Figura N° 12:</b> Sujeción y toma de muestra de sangre de la vena cefálica	66

	Pág.
<b>Figura N° 13:</b> Áreas de recuento globular	68
<b>Figura N° 14:</b> Dirección de las cuentas celulares	69
<b>Figura N° 15:</b> Procesamiento de muestras – frotis sanguíneo	70
<b>Figura N° 16:</b> Procesamiento de muestras – identificación de láminas	71

## LISTA DE APÉNDICES

	Pág.
<b>Apéndice 1:</b> Valores hematológicos (serie eritrocítica, serie Leucocítica y conteo de plaquetas) media y desvío estándar de la línea cárnica	85
<b>Apéndice 2:</b> Valores hematológicos (serie eritrocítica, serie leucocítica conteo de plaquetas) media y desvío estándar de la línea precoz	86
<b>Apéndice 3:</b> Código y peso de cobayos línea cárnica	87
<b>Apéndice 4:</b> Código y peso de cobayos línea precoz	88



## **I. INTRODUCCIÓN**

La patología clínica es la aplicación de los métodos de laboratorio y el uso de los resultados en la solución de los problemas clínicos. Conjuntamente con el examen clínico y la anamnesis constituyen la trilogía en la cual debe apoyarse el Médico Veterinario para elaborar el diagnóstico (Coppo y Mussart, 2000). La evaluación hematológica es el método más recomendado a través del cual se puede obtener excelentes indicadores del estado de salud de un individuo (Lowell, 1998).

El cuy o cobayo constituye una fuente proteica esencial en la dieta del poblador andino, y en las últimas décadas se ha convertido en un producto de mayor demanda por el mercado nacional e internacional (Chauca, 1994). Los trabajos realizados actualmente se refieren al desarrollo y mejoramiento genético, al manejo y crianza de la especie para una excelente producción y calidad, conformando así líneas de cobayos para obtener reproductores híbridos para maximizar la producción de carne de esta especie en el país (Jimenez, 2010).

Los parámetros hematológicos de esta especie en nuestro medio, no se han realizado recientemente, conocimiento básico para la ayuda diagnóstica de enfermedades infecciosas, parasitarias, etc. Puesto que la sangre participa directa o indirectamente en casi todos los procesos bioquímicos en el cuerpo, sus alteraciones en el estado de enfermedad ayudan con frecuencia a detectar la lesión o mecanismo existente. Existen enfermedades infecciosas que afectan a los cuyes produciendo mortalidad y morbilidad, que ameritan realizar exámenes de laboratorio, entre ellas las hematológicas, para un diagnóstico asertivo (Medway, 1986).

Con el propósito de ampliar los conocimientos frente a la falta de bibliografía actualizada, que contengan información referencial básica del perfil fisiológico del cobayo en el Perú, el presente trabajo, tiene por objetivo determinar los valores hematológicos de hemoglobina, hematocrito, conteo de eritrocitos, leucocitos, índices eritrocíticos y recuento diferencial de leucocitos en dos líneas de selección de cuyes, que a su vez se compararan estadísticamente, proporcionando datos adicionales sobre el perfil sanguíneo, que servirán de ayuda al Médico Veterinario al momento de hacer una evaluación sanitaria.

## II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. HISTORIA Y EVOLUCIÓN DEL COBAYO

El cobayo es un animal originario de Sudamérica (“oriunda del Perú”) con presencia a lo largo del eje de la cordillera andina en los actuales territorios de Venezuela, Colombia, Ecuador, Bolivia, noroeste de Argentina y norte de Chile (Cabrera, 1953). En el Perú, se encuentra distribuido en ambientes por debajo de los 4,500 metros sobre el nivel del mar (msnm), y a pesar de su estrecha relación con los Andes, también se ha desarrollado en regiones de Costa y de la Selva alta (Aliaga, 1979; Chauca, 1997; FAO, 2001).

Respecto a su origen, el cobayo descende de una especie salvaje (*Cavia cutleri*) que fue domesticada por los antiguos pobladores de la época Pre-Incaica, en toda la región andina, en tiempos muy remotos (Bustamante, 1993). Se cree que también es la forma doméstica de roedores salvajes que habitaban la llanuras sudamericanas (*Cavia aperea aperea*, *Cavia aperea fulgida* o *Cavia aperea schudii*), existiendo alrededor de 14 especies dentro del género *Cavia* sp. (Salinas 2002).

El hábitat del cobayo silvestre, según la información zoológica, es todavía más extenso, habiéndose registrado su presencia desde América Central, el Caribe y las Antillas hasta el sur de Brasil, Uruguay y Paraguay. La especie *Cavia aperea schudii* se distribuye en los valles interandinos del Perú, Bolivia y noroeste de Argentina; mientras que *Cavia aperea aperea* tiene una distribución más amplia que va desde el sur de Brasil, Uruguay hasta el noroeste de Argentina (Cabrera, 1953).

Hay muchos hallazgos pre-colombinos de osamentas en tumbas que nos demuestran que el cuy de esa época tenía un tamaño y peso mucho mayor que el actual. Asimismo, las crónicas refieren que éstos se criaban en las casas oscuras de los indígenas; lo que ratifica los hábitos nocturnos que hasta nuestros días se mantienen. Coinciden también los restos encontrados con la habitación destinada a la cocina, demostrándonos que esta costumbre se ha mantenido y continúa en nuestro país por tradición.

Existen vestigios arqueológicos con 4,500 a 5,000 años de antigüedad, los cuales denotan que desde tiempo ancestrales existían instalaciones destinadas a la crianza de cobayos en las proximidades del cerro Sechin en Casma (Ancash, Perú); habiéndose encontrado restos momificados de cobayos en las ruinas y terrenos próximos a las zonas de Cieneguilla en el valle de Lurín (Lima, Perú). Más recientemente (hace unos 1,000 años) se hallaron restos enterrados de cobayos en la zona denominada El Yaral (Moquegua, Perú), relacionadas a prácticas rituales que incluían el sacrificio de estos animales. Por otro lado, en Ancon al norte de Lima, en Huaycan al este y Mala al sur, se han hallado cráneos de cobayos más alargados y estrechos diferentes a los animales actuales, que además poseen la articulación naso frontal irregular semejante al actual *Cavia aparea*, demostrando caracteres simplesiomórficos.

Desde la época preincaica, se realizaba la crianza de cobayos por pobladores andinos de diversas culturas, formando parte indispensable de su dieta. En efecto, en el imperio incaico el cobayo era la principal fuente de proteína animal que alimentaba a los guerreros y al pueblo, ya que solo las autoridades y la alta jerarquía militar podían abastecerse de la carne de otros animales como los camélidos sudamericanos como la alpaca y llama principalmente (Bustamante, 1993).

En el siglo XVI, el cobayo fue introducido a España, desde donde se difundió al resto del continente europeo. Y así, el cobayo continua siendo hasta hoy, un producto alimenticio, cultural y religioso muy importante dentro de la cultura andina (Aliaga, 1995; Rofes, 2000; CEA, 2001).

## 2.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS COBAYOS

Es un animal bajo y compacto, con la cabeza, cuello y cuerpo fusionado en una sola unidad, carecen de cola y sus dientes crecen continuamente durante toda su vida, por lo que deben ser controlados, viven aproximadamente entre 5 y 7 años. Presentan un genotipo compuesto por 64 cromosomas, demuestran actividad diurna y nocturna con periodos de pasividad, por lo general son animales con un temperamento nervioso y sensible a cambios bruscos de temperatura (Cooper y Schiller, 1975; Zaldívar, 1976).

**Cabeza.** Relativamente grande en relación a su volumen corporal, de forma cónica y de longitud variable de acuerdo al tipo de animal. Las orejas por lo general son caídas, aunque existen animales que tienen las orejas paradas porque son más pequeñas, casi desnudas pero bastante irrigadas.

Los ojos son redondos vivaces de color negro o rojo, con tonalidades de claro a oscuro. El hocico es cónico, con fosas nasales y ollares pequeños, el labio superior es partido, mientras que el inferior es entero, sus incisivos alargados con curvatura hacia dentro, crecen continuamente, no tienen caninos y sus molares son amplios. El maxilar inferior tiene las apófisis que se prolongan hacia atrás hasta la altura del axis.

Presentan la fórmula dentaria siguiente:

$$I(1/1), C(0/0), PM(1/1), M(3/3) = \text{Total } 20$$

**Cuello.** Grueso, musculoso y bien insertado al cuerpo, conformado por siete vértebras de las cuales el atlas y el axis están bien desarrollados.

**Tronco.** De forma cilíndrica y está conformada por 13 vértebras dorsales que sujetan un par de costillas articulándose con el esternón, las 3 últimas son flotantes.

**Abdomen.** Tiene como base anatómica a 7 vértebras lumbares, es de gran volumen y capacidad.

**Extremidades.** En general cortas, siendo los miembros anteriores más cortos que los posteriores. Ambos terminan en dedos, provistos de uñas cortas en los anteriores y grandes y gruesas en las posteriores. El número de dedos varía desde 3 para los miembros posteriores y 4 para los miembros anteriores. Siempre el número de dedos en las manos es igual o mayor

que en las patas. Las cañas de los posteriores lo usan para pararse, razón por la cual se presentan callosos y fuertes (Cooper y Schiller, 1975; Zaldívar, 1976).

El Cobayo, especie herbívora monogástrica, tiene un estómago donde inicia su digestión enzimática y un ciego funcional donde se realiza la fermentación bacteriana; su mayor o menor actividad depende de la composición de la ración. Realiza cecotrófia para reutilizar el nitrógeno, lo que permite un buen comportamiento productivo con raciones de niveles bajos o medios de proteína.

El Cobayo está clasificado según su anatomía gastrointestinal como fermentador post-gástrico debido a los microorganismos que posee a nivel del ciego. El movimiento de la ingesta a través del estómago e intestino delgado es rápido, no demora más de dos horas en llegar la mayor parte de la ingesta al ciego (Gómez y Vergara, 1993). Sin embargo el pasaje por el ciego es más lento pudiendo permanecer en él parcialmente por 48 horas. Se conoce que la celulosa en la dieta retarda los movimientos del contenido intestinal permitiendo una mayor eficiencia en la absorción de nutrientes, siendo en el ciego e intestino grueso donde se realiza la absorción de los ácidos grasos de cadenas cortas. La absorción de los otros nutrientes se realiza en el estómago e intestino delgado incluyendo los ácidos grasos de cadenas largas. El ciego de los cuyes es un órgano grande que constituye cerca del 15 por ciento del peso total (Gómez y Vergara, 1993).

La flora bacteriana existente en el ciego permite un buen aprovechamiento de la fibra (Gómez y Vergara, 1993). La producción de ácidos grasos volátiles, síntesis de proteína microbial y vitaminas del complejo B la realizan microorganismos, en su mayoría bacterias gram-positivas, que pueden contribuir a cubrir sus requerimientos nutricionales por la reutilización del nitrógeno a través de la cecotrófia, que consiste en la ingestión de las cagarrutas (Caballero, 1992).

Por otro lado, los cobayos desarrollan una marcada actividad cecotrófica, en la cual ocurre la reutilización del nitrógeno proteico y no proteico que no haya sido digerido en el intestino delgado, con índices diferenciales de digestibilidad de hasta el 18.03% con maíz (Hidalgo, 2000).

Fisiológicamente presentan un periodo de gestación relativamente largo de 59 a 79 días, con una placentación hemocorial igual a los roedores, conejos y primates, prolificidad en

la camada con un número de 1 a 8 crías, pudiendo éstas ser destetadas a las 2 semanas de edad (Percy y Barthold, 2001).

Los cobayos nacen anatómicamente bien desarrollados, cubiertos de pelo, ojos abiertos y dientes que le permiten comer alimentos sólidos desde el nacimiento. El peso del cobayo al nacer depende del tamaño de la camada y del tipo de alimentación, los que nacen solos (unigénitos) son los de mayor peso. Crecen muy rápidamente por la gran calidad de la leche materna, el peso inicial que es de alrededor de 100 gramos puede ser duplicado en una semana (Bustamante, 1993).

Estos animales también pueden vivir en climas variados, disminuyendo su productividad con la edad y climas extremos, estimándose que no es conveniente reproducir una hembra más allá de los 18 meses de edad (Orson, 1972; Bustamante, 1993).

Inmunológicamente, su sistema de defensa es diferente al de los mamíferos superiores, donde la primera línea de defensa lo conforman los heterófilos, que son células análogas a los neutrófilos, y se diferencian de éstos por los gránulos citoplasmáticos eosinofílicos. Un estudio mostró que estas características hematológicas particulares de la especie, no son diferenciables por sexo para el análisis que corresponda (Bustamante, 1993; Hanes, 1999).

En cuanto al pelaje, los cobayos lo tienen de color variado: blanco, negro, amarillo, caramelo, bayo, etc., y en colores enteros o combinados. Además por el tipo de pelaje pueden ser de pelaje corto y lacio pegado al cuerpo; de pelo lacio y corto pero dispuesto en forma de remolino o rosetas distribuidas en diferente grado por todo el cuerpo; de pelo largo, liso, pegado al cuerpo y distribuido en rosetas; de pelo ensortijado o erizado de una rara apariencia (Vivas, 2009).

## 2.3 TAXONOMÍA

El cobayo se ubica dentro de la siguiente clasificación taxonómica:

REINO	:	<i>Animal</i>
SUB-REINO	:	<i>Metazozaria</i>
PHYLUM	:	<i>Vertebrata</i>
SUB-PHYLUM	:	<i>Gnathostomata</i>
CLASE	:	<i>Mammalia</i>
SUB-CLASE	:	<i>Theria</i>
INFRA-CLASE	:	<i>Eutheria</i>
ORDEN	:	<i>Rodentia</i>
SUBORDEN	:	<i>Hystricomorpha</i>
FAMILIA	:	<i>Caviidae</i>
GENERO	:	<i>Cavia</i>
ESPECIE	:	<i>Cavia porcellus</i>

Fuente: Bustamante (1993).

## 2.4 IMPORTANCIA SOCIOECONÓMICA Y USOS DEL COBAYO

### 2.4.1 IMPORTANCIA SOCIOECONÓMICA

Durante mucho tiempo la producción de cuyes en el Perú ha sido esencialmente de tipo rural y familiar, más extendida en la región de la sierra. No obstante ha venido contribuyendo



en una forma muy significativa en la producción de carnes. Actualmente se tiende a cambiar este tipo de producción de autoconsumo, notándose un interés cada vez mayor por la formación de explotaciones comerciales (Bustamante, 1993).

Por la tradición que existe en la crianza del cuy y la elasticidad en sus exigencias alimenticias, representa una especie de fácil manejo y de poca inversión relativamente; también por su corto ciclo de vida comparado con otras especies de la ganadería nacional. Las ventajas de la crianza de cuyes incluyen su calidad de especie herbívora, su ciclo reproductivo corto, la facilidad de adaptación a diferentes ecosistemas y su alimentación versátil que utiliza insumos no competitivos con la alimentación de otros monogástricos (Bustamante, 1993; Aliaga, 1995; Chauca, 1997).

En Latinoamérica se estima una población promedio de 35 millones de cobayos, siendo el Perú el primer productor con casi 24 millones de cobayos que habitan las zonas alto andinas y que coincidentemente son las áreas menos favorecidas socioeconómicas del país. El cobayo constituye uno de los recursos a los que el poblador peruano podría recurrir como fuente de ingreso, disminuyendo la dependencia económica y los problemas nutricionales de consecuencias funestas cuyos índices anuales crecen cada día en el país. Reportes actuales muestran que la mayoría de carne de cobayo producida (17 000 toneladas de carne anual) está destinada principalmente al autoconsumo (Zevallos, 2001; INIA, 2003).

Se estima también que la población de Lima, es potencialmente consumidora de carne de cobayo; por lo tanto, existe una demanda insatisfecha debido a la escasa oferta del mercado. Es así que su crianza es una alternativa viable para incrementar el consumo de proteína de origen animal, generar empleo, disminuir la migración, la importación de productos alimenticios y la extrema pobreza en el país, especialmente en las zonas rurales.

Desde el año 2000 la cadena productiva de cuyes de carne ha experimentado un notable desarrollo, correspondiendo a la gran demanda de carne de esta especie, con el surgimiento de granjas de nivel comercial de dimensión variable, encontrándose las más grandes en Lima y alrededores. Todas las grandes explotaciones comerciales de cobayos localizadas en la región Lima se constituyeron como los más importantes proveedores de carne de cuy para el público limeño. Éstas alcanzaron competitividad y rentabilidad porque habían incorporado tecnologías de manejo y trabajan con líneas o razas mejoradas, en especial con la raza Perú. Sin embargo los recursos para que estas granjas se incrementen en número y volumen de producción son

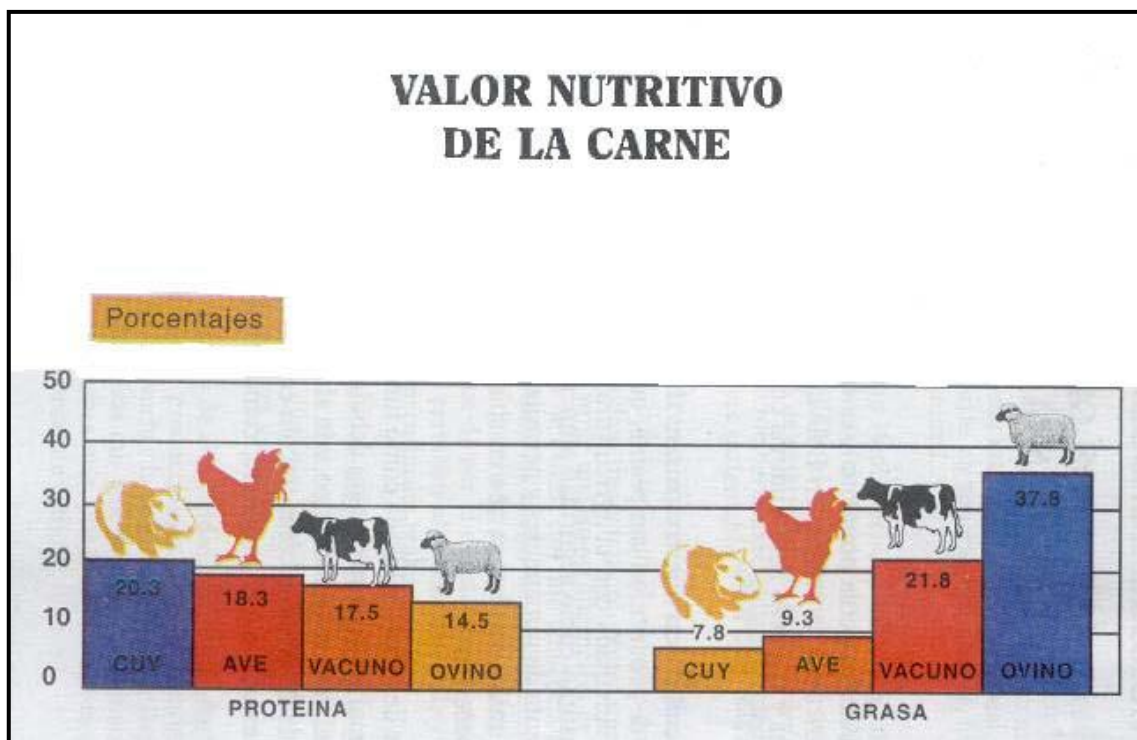
escasos debido a que las zonas urbanas van desplazando al área rural con potencial agropecuario (Aliaga, 2009; Jiménez, 2010).

Una alternativa con mejor proyección futura es el desarrollar crianzas comerciales al interior de valles interandinos, donde la disponibilidad de recursos aún es abundante y sostenible. Las cifras respaldan esta idea, dado que más del 90% de la población de cuyes del Perú, se encuentra en la sierra (Jiménez, 2010).

## **2.4.2 USOS DEL COBAYO**

### **2.4.2.1 EN LA ALIMENTACIÓN**

La carne del cobayo es una fuente importante de proteína animal, dado que contiene un 20.3% de proteína, 8.8% de grasa, 0.8% de minerales y 70.6% de humedad; comparativamente representa una buena alternativa alimenticia por los altos niveles proteicos (Figura 1); por lo que los habitantes de nuestro país, especialmente en la región andina, le dan una preferencia especial dentro de sus actividades festivas, y en los últimos años el consumo de esta carne se ha incrementado a nivel de la costa, influenciado por el fenómeno migratorio hacia las principales ciudades, ocurrida desde hace ya varias décadas, y la revaloración de un producto tan nutritivo y a la vez tradicional (Aliaga, 1995).



**FIGURA 1.** Valor nutritivo de la carne del cuy

Fuente Vivas, 2009.

#### 2.4.2.2. EN INVESTIGACIÓN

Los animales más utilizados en investigación son los ratones, ratas y hámsteres; los cobayos se comenzaron a utilizar como animales de experimentación a principios del Siglo XX, pero en la actualidad su empleo es reducido (menos del 1% del total). Presentan características zootécnicas favorables para las investigaciones, tales como: fácil reproducción, destete temprano, incapacidad para sintetizar vitamina C, sensibilidad a las radiaciones y poseer piel y pelos parecidos a los del hombre (Canchari, 1995; Villanueva, 2001).

Se utilizan principalmente en la producción y el control de sueros, vacunas y otros productos biológicos; en la investigación de enfermedades infecciosas por su alta susceptibilidad (tuberculosis, difteria, leptospirosis y brucelosis); en el estudio de cambios hormonales y glandulares a lo largo de la gestación, evaluación de efectos residuales de productos químicos, insecticidas, herbicidas y fungicidas, en cosmética, en pruebas de sensibilización de ungüentos y olores, así mismo en la evaluación de productos que van a ser utilizados en el tratamiento de la tensión arterial en humanos y en estudios de otología, por la

anatomía de su oído medio. Asimismo, también se emplean como modelo para el estudio de la síntesis de colágeno (Villanueva, 2001).

#### **2.4.2.3 COMO MASCOTAS**

El uso del cobayo como mascota es muy común en el mundo, especialmente en Estados Unidos, Gran Bretaña, Brasil y Suecia, donde existen innumerables clubes de criadores, propietarios de estos animales y concursos de exhibición, donde éstos últimos son muy populares en estos países; juzgados de acuerdo a un estándar de perfección de sus características físicas. En estos concursos, los cobayos son divididos de acuerdo a su raza, variedad, sexo y tamaño. El nombre más común para estas mascotas es el “cavy” o “guinea pig” y se les cría casi de la misma manera que a los hámsteres. Una muestra de lo popular de su crianza en esos países, es que hasta existen alimentos comerciales especialmente preparados para ellos (Aliaga, 1995; CEA, 2001).

#### **2.5. RAZAS O LÍNEAS**

Una de las formas de clasificación de los cuyes es por tipos, basándose en la forma de longitud del pelaje. Es esta clasificación se tiene los siguientes tipos:

- **Tipo 1. Denominado Inglés**, es de pelo corto y pegado al cuerpo; es el más difundido y es el característico cuy peruano productor de carne. Puede o no tener remolino en la cabeza. Son de colores simples claros, oscuros o combinados.
- **Tipo 2. Llamado también Abisinio**, es de pelo corto que forma rosetas a lo largo del cuerpo; es menos precoz. Está presente en las poblaciones criollas; existen de diversos colores. No es una población dominante; por lo general está cruzada con otros tipos, y se pierde fácilmente.
- **Tipo 3. Conocido como Landoso**, su pelo es largo y lacio, no es buen productor de carne y está poco difundido. La demanda de este tipo se debe a su hermoso aspecto.
- **Tipo 4. Denominado Merino**, su pelo es corto y erizado, pero al nacimiento presenta pelo ensortijado. La forma de la cabeza y del cuerpo es redondeada. Es de tamaño medio y de carne muy sabrosa. Tiene abundante infiltración de grasa muscular. Es apreciado por el sabor de su

carne. La variabilidad de sus parámetros productivos y reproductivos le da un potencial como productor de carne (INIA 2003).

En los países andinos se encuentran dos genotipos de cuyes: el criollo y el mejorado.

**El *criollo***, denominado también nativo, es un animal pequeño muy rústico debido a su aclimatación al medio, poco exigente en cuanto a la calidad de su alimento, que se desarrolla bien en condiciones adversas de clima y alimentación. Criado técnicamente mejora su productividad; tiene un buen comportamiento productivo al ser cruzado con cuyes mejorados de líneas precoces. Es criado principalmente en el sistema familiar; su rendimiento productivo es bajo y es poco precoz (Chauca, 1998).

**El *mejorado*** es el cuy criollo sometido a un proceso de mejoramiento genético. Es precoz por efecto de la selección. En los países andinos es conocido como Peruano. El Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA) y otras instituciones dedicadas a la investigación en el sector pecuario, han desarrollado líneas comerciales mejoradas de cuyes entre las que destacan:

#### **a. LÍNEA PERÚ.**

Seleccionada por su precocidad; a las nueve semanas alcanza su peso de comercialización; puede presentar un índice de conversión alimentaria de 3,81 si los animales son alimentados en condiciones óptimas, llegando a pesar de 2.8 a 3 Kg; su prolificidad promedio es de 2,8 crías por parto (Figura 2). Son de pelaje de tipo 1, de color alazán (rojo) puro o combinado con blanco (INIA, 2003).



**FIGURA 2.** Cuyes Línea Perú

Fuente Chauca, 1997

#### **b. LÍNEA ANDINA.**

Seleccionada por su prolificidad (3,9 crías por parto); obtiene un mayor número de crías por unidad de tiempo, como consecuencia del aprovechamiento de su mayor frecuencia de presentación de celo post partum (84 por ciento) en comparación con otras líneas (Figura 3). Los individuos son de color blanco (Fano, 1999).



**FIGURA 3.** CUY LÍNEA ANDINA

**FUENTE CHAUCA, 1997**

### **c. LÍNEA INTI.**

Seleccionada por su precocidad corregida por el número de crías nacidas, es la que mejor se adapta a nivel de productores logrando los más altos índices de sobrevivencia (Figura 4). Alcanza en promedio un peso de 800 g a las diez semanas de edad, con una prolificidad de 3,2 crías por parto. Predomina en el pelaje el color bayo (amarillo) entero o combinado con blanco (Fano, 1999).



**FIGURA 4.** Cuyes línea Inti

Fuente Chauca, 1997

### **2.6. CUYES REPRODUCTORES HÍBRIDOS: CUYES REPRODUCTORES G (RG) Y CUYES G**

La Unidad de Investigación en Cuyes de la Estación El Mantaro del Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura – Facultad de Medicina Veterinaria – Universidad Nacional Mayor de San Marcos, con el cofinanciamiento de INCAGRO, ha obtenido como principal producto del proyecto “Desarrollo y evaluación de reproductores híbridos para maximizar la producción de cuyes de carne” reproductores híbridos: el macho reproductor cruce de las líneas paternas: Precoz y Cárnica; y la hembra reproductora por cruce de las líneas maternas: Lechera y Prolífica (Jiménez, 2010).

Este tipo de reproductores fueron seleccionados bajo las condiciones medioambientales del valle del Mantaro y permite en el producto o cruce terminal añadir cuatro variables: ganancia

de peso, índice de conversión alimenticia, tamaño de camada y sobrevivencia a la lactación; que mejoran el índice de productividad.

#### **2.6.1. CUYES REPRODUCTORES G (RG)**

Los cuyes reproductores G (RG) son cuyes especializados en producir crías con los mayores rendimientos de carne. Las estrategias que se emplearon para obtener estos reproductores fueron inicialmente el desarrollo de cuatro líneas puras y en segundo lugar el cruzamiento o hibridación de las dos líneas paternas para obtener el macho reproductor y las dos líneas maternas para obtener la hembra reproductora. Éstos últimos vienen a ser los cuyes RG, cuya progenie o descendencia expresa los de sus ancestros puros, con efectos favorables adicionales por vigor híbrido (Jiménez, 2010).

En términos prácticos podemos mencionar que los cuyes RG están preparados para producir crías numerosas, con alta velocidad de crecimiento, bajo índice de conversión alimenticia y alta sobrevivencia al destete. Indicadores que contribuyen a incrementar de modo significativo el índice de productividad.

Para la obtención de los cuyes RG, se seleccionaron líneas puras o abuelos G que son cuatro en total, dos paternas: Precoz y Cárnica; y dos maternas: Prolífica y Lechera.

##### **2.6.1.1. ABUELOS PATERNOS G: LÍNEA PRECOZ Y LÍNEA CÁRNICA**

Estas líneas dan origen al macho reproductor G, tienen por criterio de selección características anatómico productivas que contribuyen a incrementar la producción de carne, las que se aprecia y expresa mejor en los machos, asimismo son transmitidas eficientemente a sus descendientes (Jimenez, 2010).

###### **2.6.1.1.1. Línea precoz**

Esta línea selecciona a los cuyes que alcanzan el mayor peso vivo a los 60 días de edad. El crecimiento acelerado es una ventaja productiva porque el animal en crecimiento y engorde permanece menos tiempo en granja. Además esta línea tiende a adelantar la edad de venta a la pubertad, de este modo evitaría los problemas de lesiones por peleas y mordeduras. El



biotipo de estos animales se caracteriza por ser alargado con buen desarrollo óseo y moderado tejido muscular.

#### **2.6.1.1.2. Línea cárnica**

En esta línea los cuyes se seleccionan por el índice de conversión alimenticia (ICA) la cual resulta de dividir el consumo de alimento entre la ganancia de peso. En esta línea se seleccionan los cuyes con el menor ICA, porque un menor ICA significa que el cuy es eficiente en transformar alimento en carne. A los ejemplares de esta línea los caracteriza una menor longitud nariz – cola, pero un sobresaliente perímetro torácico y densidad corporal, prácticamente como pequeños cilindros.

#### **2.6.1.2. ABUELOS MATERNOS G: LÍNEA PROLÍFICA Y LÍNEA LECHERA**

Las líneas maternas tienen como criterios de selección parámetros reproductivos que solo puede expresar la hembra reproductora y están orientados a incrementar el número de gazapos logrados por reproductora (Jiménez, 2010).

##### **2.6.1.2.1. Línea Prolífica**

Esta línea tiene por criterio de selección el tamaño de la camada al primer parto. Su contribución al índice de productividad es el incremento del número de crías. Los animales de esta línea se caracterizan por el color de manto de blanco y gran tamaño.

##### **2.6.1.2.2. Línea lechera**

En esta línea el criterio de selección es la producción de leche de los diez primeros días de lactación, medidos indirectamente con la ganancia de peso de las crías (tamaño de camada ajustado a cuatro) hasta los diez días de edad. Las hembras reproductoras de esta línea producen suficiente leche para alimentar satisfactoriamente camadas numerosas. Las hembras lecheras logran toda su camada al destete. Su biotipo es de gran tamaño angulosidad y la glándula mamaria de gran tamaño.

Los cuyes RG son animales especializados en la producción de carne. Esta denominación se sustenta en la alta capacidad reproductiva y el excelente rendimiento cárnico de sus crías, pueden lograr, en promedio, mayor cantidad de producto por reproductora al año que

cualquier hembra que convencionalmente se usa en granjas comerciales tecnificadas (Jimenes, 2010).

### **2.6.2. CUYES G**

Los cuyes G son los cuyes que se obtienen cuando se cruzan los cuyes machos RG con las hembras RG. Los cuyes G suelen ser numerosos en camada, de rápido crecimiento y excelente aptitud cárnica. Sin embargo pueden tolerar condiciones deficitarias, es decir sobrevivir a situaciones críticas, como por ejemplo subalimentación, bajas temperaturas, alta densidad, presencia de enfermedades, etc., circunstancias donde habrá disminución de los índices productivos (Jimenez, 2010).

## **2.7. Sistemas de producción**

Se identifican tres niveles de producción, caracterizados por la función que ésta cumple dentro del contexto de la unidad productiva. Los sistemas de crianza identificados son el familiar, el familiar – comercial y el comercial. En el área rural el desarrollo de la crianza ha implicado el pase de los productores de cuyes a través de los tres sistemas. (Zaldivar; *et al.* 2001).

### **2.7.1. Crianza familiar.**

Es el sistema de cría cuyo objetivo es producir carne para complementar la dieta familiar (autoconsumo). El manejo lo realiza la familia, especialmente las mujeres y los niños; utiliza instalaciones muy rústicas y los sistemas de alimentación están relacionados con muchos de los productos y subproductos obtenidos en la zona (Chauca, 1997).

El manejo es rudimentario, hay un alto grado de consanguinidad, elevada mortalidad de crías, presencia de parásitos externos e internos (Figura 5). El número de crías en promedio es de 5.5 gazapos hembra/año, la alimentación es básicamente con forrajes y desechos de cocina (Cruz, H. *et al.*, 2008).

La población predominante es criolla, y como consecuencia del mal manejo sólo se logran índices productivos inferiores a 0,2. La separación por clases mediante el sistema de pozas de cría permite triplicar la producción. En los sistemas de cría familiar mejorados se aprecia un crecimiento de la población, una mayor capitalización pecuaria, y sobre todo un incremento

del 30 por ciento del consumo de carne de cuy, y un mayor ingreso para la familia por venta de los animales excedentes (Chauca, 1997).



**FIGURA 5.** Crianza familiar

Fuente Chauca, 1997

### **2.7.2. Crianza familiar-comercial.**

El sistema de crianza familiar – comercial corresponde a un nivel de productores con mayor proyección de mercado, poseen un manejo más tecnificado tanto en construcciones, mejor material genético, alimenticio y sanitario, el número de crías en promedio es de 9 gazapos hembra/año, la alimentación se basa en forraje y poco concentrado (Chauca, 1997).

Este tipo de crianza de cuyes nace siempre de una crianza familiar organizada y está circunscrita al área rural en los lugares cercanos a las ciudades donde se puede comercializar su producto. Las vías de comunicación facilitan el acceso a los centros de producción, haciendo posible la salida de los cuyes para la venta o el ingreso de los intermediarios. No siempre esta última alternativa es la mejor ya que por lo general ofrecen precios bajos (Zaldivar, 2001).

El sistema de cría familiar-comercial genera empleo y permite disminuir la migración de los pobladores del área rural (Figura 6). En este sistema se mantiene una población no mayor de 500 cuyes. Se ponen en práctica mejores técnicas de cría, lo cual se traduce en la composición

del lote. La alimentación es normalmente a base de subproductos agrícolas y pastos cultivados. En algunos casos se complementa con alimentos balanceados. El control sanitario es más estricto. La cría se realiza en instalaciones adecuadas (las pozas de cría) que se construyen con materiales de proveniencia local. Los cuyes se agrupan en lotes por edad, sexo y clase, razón por la cual este sistema exige mayor mano de obra para el manejo y mantenimiento de las pasturas. Con el apoyo de varias organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, en las comunidades rurales del Ecuador se están implementando programas para difundir y aplicar este sistema de crianza como una solución a los problemas socio-económicos de los campesinos. (Castro, H., 2002).



**FIGURA 6.** Crianza familiar - comercial

Fuente Chauca, 1997

### **2.7.3. Crianza comercial (tecnificado).**

Este sistema es poco difundida y más circunscrita a valles cercanos a áreas urbanas; se trata de la actividad principal de una empresa, donde se trabaja con eficiencia y se utiliza alta tecnología, la tendencia es utilizar cuyes de líneas selectas, precoces, prolíficas y eficientes convertidores de alimento (Zaldivar, 2001).

El mejor manejo de la población permite lograr un índice productivo, pesos de comercialización a las nueve semanas y una mejor conversión alimenticia (Figura 7). De la población total de cuyes, el 32 por ciento representa el plantel de reproductoras, proporción que refleja la eficiencia del manejo reproductivo y la mayor sobrevivencia de las crías. El desarrollo de la cría comercial contribuirá a suministrar carne de cuy a las zonas urbanas, donde por el momento es escasa. En el Ecuador y el Perú, se viene desarrollando con éxito este sistema de producción. (FAO, 2001).

Los reproductores y los cuyes de recría se manejan en instalaciones diferentes con implementos apropiados para cada etapa productiva. Los registros de producción son indispensables para garantizar la rentabilidad de la explotación.



**FIGURA 7.** Crianza tecnificada

Fuente Chauca, 1997

### III. SANIDAD EN CUYES

La mortalidad existente en la crianza de cuyes, como consecuencia del desconocimiento de alternativas en el área de salud animal, es lo que limita el desarrollo de la crianza. En los países andinos la cría de cuyes se realiza de manera tradicional en el sistema familiar. Se viene haciendo esfuerzos a fin de mejorar este sistema difundiendo tecnología apropiada para mejorar su producción. A causa de problemas sanitarios se tiene la mayor merma de la producción, por lo que se vienen identificando las causas de mortalidad para tomar medidas de prevención y control (Chauca, 1997).

Los cobayos a pesar de considerarse una especie rustica, son susceptibles a muchas enfermedades, siendo más tolerantes al frío que al calor. Su cuerpo conserva bien el calor pero la disipación del mismo es muy deficiente, por lo que uno de los factores naturales más importantes del medio ambiente que debe considerarse es el clima, ya que afecta al individuo tanto en forma directa como indirecta (Orson, 1972; Ramírez, 1972; Higaonna *et al.*, 2001).

El riesgo de enfermedad está determinado por dos factores: la exposición al patógeno o agente causal y la capacidad de defensa del hospedero. Con la intención de reducir el riesgo se ha desarrollado la bioseguridad, consistente en barreras que reducen la exposición al patógeno (protección física y química) o mejoran la defensa del hospedero (protección inmunológica). La disposición de las barreras obedece a una estrategia protectiva, donde el primer nivel de defensa es lo físico, el segundo el químico y finalmente el inmunológico (Jimenez, 2010).

La protección física en la sanidad de los cuyes abarca desde la ubicación del mismo galpón, materiales en elaboración, diseño, construcción, hasta el cuidado de los puntos vulnerables por donde pueden acceder al interior de los mismos animales ajenos a la crianza, los cuales reciben el nombre de vectores (transportan en la piel, pelaje y secreciones microorganismos que pueden ser altamente patógenos), pudiendo comportarse también como depredadores; el mismo hombre es uno de los mayores vectores, que al ingresar al galpón lleva consigo objetos (como botas, recipientes, carretillas, etc.) que pueden estar contaminados con material fecal o secreciones animales, a éstos se denominan fómite y representan un riesgo para los cuyes (Jimenez, 2010). Las instalaciones en la crianza de los cobayos, no solamente involucra al galpón sino también a las pozas, deben limpiarse con la frecuencia adecuada, el empleo de una buena cama para los cuyes la cual debe ser material vegetal seco, funciona como aislante físico entre el material fecal y el cuy reduciendo el contacto e ingestión de patógenos; un buen control de la humedad es muy importante para la crianza, la cual si es elevada favorece la proliferación de patógenos en la poza (salmonelosis y procesos respiratorios) (Bustamante, 1993; Chauca, 1997; Jimenez, 2010). El acceso de radiación ultravioleta al piso de las pozas ejerce un efecto letal a los microorganismos patógenos. Tener en cuenta una buena higiene del alimento con el uso de forrajeras (reduce la humedad de la poza); un buen control y manejo con el tratamiento de cadáveres pues son una fuente de proliferación de microorganismos muchos de ellos altamente patógenos (Jimenez, 2010).

La protección química, consiste en minimizar el riesgo de infección eliminando o disminuyendo los microorganismos patógenos mediante el uso de productos químicos. El uso de pediluvios al ingresar al galpón y contiene algún desinfectante en polvo o liquido, también de importante es el uso de pediluvios internos, al ingresar de poza en poza, pueden transportarse patógenos y con este método se resuelve este problema. La desinfección de las manos así como de objetos utilizados en el galpón (tolvas, pocillos, cercas, jabas, etc.) es de mucha importancia, pues al estar en contacto con animales y material fecal, llevan impregnados muchos microorganismos patógenos. La limpieza de las pozas debe tener un cuidado minucioso, retirando a los animales primero, seguido del retiro de la cama y excretas en el piso de la poza; la limpieza debe ser cada tres meses y de forma escalonada nunca todas a la vez. La limpieza general del galpón, ventanas, techos vigas, columnas, etc., debe realizarse cada seis meses (Jimenez, 2010).

La protección inmunológica, consiste en mejorar el nivel de inmunidad de los cuyes con un adecuado manejo, para lo cual los cuyes han desarrollado varios mecanismos de defensa, destacando por su complejidad y eficiencia el sistema inmunológico. Los microorganismos patógenos son oportunistas, cualquier falla en el manejo estresa a los animales y baja las defensas del organismo y la enfermedad se hacen presentes. Cuando el animal se encuentra estresado se da la inmunodepresión, estado en que la respuesta inmunológica es baja. Hay diferentes factores que generan estrés y consecuentemente afectan la inmunidad: deficiencia alimenticia, variación climática, hacinamiento, ruidos molestos, dolor, temor, presencia de otros animales (depredadores naturales o animales domésticos), etc (Jiménez, 2010).

Un buen potencial genético solo es expresado cuando las condiciones ambientales son favorables u óptimas, es decir cuando manejamos bien a los animales y su entorno (instalaciones, materiales u objetos usados en su producción, alimentación, etc.) (Bustamante, 1993; Jimenez, 2010).

### **3.1 PRINCIPALES ENFERMEDADES QUE AFECTAN AL COBAYO**

La mortalidad existente en la crianza de cuyes, como consecuencia del desconocimiento de alternativas en el área de salud animal, es lo que limita el desarrollo de la crianza. En los países andinos la cría de cuyes se realiza de manera tradicional en el sistema familiar. Se viene haciendo esfuerzos a fin de mejorar este sistema difundiendo tecnología apropiada para mejorar su producción. A causa de problemas sanitarios se tiene la mayor merma de la producción, por lo que se vienen identificando las causas de mortalidad para tomar medidas de prevención y control (Chauca, 1997).

Los cuyes pueden padecer enfermedades bacterianas, virales, parasitarias y orgánicas. Las causas que predisponen las enfermedades son los cambios bruscos en su medio ambiente, considerando variaciones de temperatura, alta humedad, exposición directa a corrientes de aire, sobre densidad, falta de limpieza en camas, deficiente alimentación, entre otras (Chauca, 1997).

#### **3.1.1. Enfermedades Bacterianas**

##### **3.1.1.1. Salmonelosis**

Los estudios e informaciones sobre la sanidad del cuy demuestran su gran susceptibilidad a la salmonelosis. Ésta es una de las enfermedades bacterianas más importante



en la producción de cuyes asociada principalmente al manejo inadecuado de la crianza. El agente causal es la *Salmonella spp.*

#### **3.1.1.1.1. Etiología**

La *Salmonella entérica*, es una de las bacterias patógenas más ampliamente estudiadas en cuanto a su fisiología, genética, estructura celular y factores de virulencia. Tiene cerca de 2,500 serovares, de los cuales *S. Typhimurium*, *S. Enteritidis*, *S. Dublin*, han sido reportados como causa de enfermedad en cobayos, siendo la primera la más comúnmente implicada en el 95% de casos (Hanes, 1999; Parra *et al.*, 2002).

La salmonelosis es ocasionada por serotipos del género *Salmonella*, bacilos gram-negativos no esporulados, anaerobios facultativos y oxidasa negativos, pertenecientes a la familia enterobacteriaceae. Son bacterias móviles gracias a sus flagelos peritricos; además, los miembros del género *Salmonella* crecen en un amplio rango de temperaturas (7 – 48 C), a un pH entre 4 y 8 (Aliaga, 1995; Vadillo, 2002; Terragno *et al.*, 2003).

La *Salmonella entérica*, se encuentra ampliamente distribuida y en nuestro país ha sido aislada como agente de salmonelosis en cobayos en zonas de la Costa, desde Barranca hasta Chilca; en la Sierra, en el Valle del Mantaro, y en la Selva de Chanchamayo. En particular los criaderos de la Costa muestran caracteres alarmantes debido a la gran densidad de su población (Aliaga, 1995; Vadillo, 2002; Terragno *et al.*, 2003).

#### **3.1.1.1.2. Transmisión**

Esta enfermedad tiene como la principal vía de transmisión la oral. La principal fuente de infección son los alimentos contaminados, pero podría asumirse que otras vías como la intrauterina y a través de la leche estarían coadyuvando al mantenimiento de la infección, así mismo la conjuntiva también se reporta como vía de infección para los cobayos. Como también el contagio por la introducción de animales de procedencia desconocida; el acceso a los ambientes de crianza de roedores nocivos y aves silvestres en fase de portador que contaminan el alimento con sus deyecciones; el personal que maneja a los animales puede considerarse como transportador cuando pisa el forraje y otros alimentos (Mattos, 2007).

Los cobayos que sobreviven a una primera infección, se comportan en estado de portador y eliminan la bacteria de forma intermitente por las heces y demás secreciones, lo que hace difícil la eliminación del agente patógeno.

Algunos factores pre disponentes incluyen la edad (cuyes lactantes son los más susceptibles), el estrés (preñez, destete, movimiento de animales, etc.), deficiencias nutricionales, genética, serotipo infectante, medio ambiente (iluminación, ventilación, etc.), variaciones de temperatura y humedad, presencia de roedores y animales silvestres que contaminen el alimento e instalaciones (Canchari, 1995).

#### **3.1.1.1.3. Signos clínicos**

El cobayo es muy susceptible a la enfermedad clínica, pudiendo presentarse cuadros agudos o crónicos donde es común que la enfermedad afecte a gazapos, recría o gestantes (Morales *et al.*, 2007). En efecto es la enfermedad más importante que afecta a los cobayos, ocasionando una mortalidad que a veces llega al 95% del galpón (Chauca, 1997).

La forma aguda produce mortalidad sin mostrar síntomas, se caracteriza por un cuadro sistémico (Orson, 1972), muriendo los animales en un lapso de 24 a 48 horas por muerte hiperaguda, depresión grave, deterioro rápido, letargo y disnea (Ramirez, 1972). Entre los signos clínicos observados se enumeran decaimiento, postración, erizamiento de pelos, anorexia y parálisis de los miembros posteriores. Algunas veces diarrea acompañada de mucus y, en cuyes gestantes, se producen abortos, habiéndose aislado la bacteria de cuadros de meningitis (Simeone y Aramburu, 1967) En los casos crónicos, es notorio un adelgazamiento paulatino, anorexia, pelaje deslucido, aumento del volumen del vientre debido a ascitis, abortos y parálisis del tren posterior (Chauca, 1997).

#### **3.1.1.1.4. Patología**

El ingreso de la bacteria a las células del hospedero es determinante para su sobrevivencia. Luego de resistir la acidez estomacal, inicia su infección invadiendo las células epiteliales especializadas llamadas células M (Jubb *et al.*, 1991; Sanchez y Cardona, 2003; Makemson, 2004). Obtiene nutrientes de la célula para después ingresar a los macrófagos y células dendríticas de las placas de Peyer (Wagner, 1999; Brodsky *et al.*, 2005). Posteriormente, las salmonelas se establecen en las placas de Peyer y empiezan su diseminación vía linfática y sanguínea hacia los linfonodos mesentéricos, hígado y bazo (Finiay y Falkow, 1989; Amsterdam, 2004; Brodsky *et al.*, 2005).

En la forma hiperaguda y aguda se puede observar congestión en los órganos digestivos, aumento de gas y líquido además de disminución del grosor de la pared intestinal, aunque hay casos sin lesión aparente. En la forma crónica se observa el hígado agrandado con presencia de

zonas necróticas y focos purulentos, el bazo se presenta con un tamaño mayor que el normal y focos purulentos, con proliferación de pseudomembranas. El tracto intestinal se presenta congestionado y hemorrágico con ulceraciones y presencia de focos purulentos a manera de pequeñas perlas. Placas de Peyer congestionadas e hipertróficas.

La afección de la mayoría de los órganos evidencia su carácter septicémico. Los linfonódulos mesentéricos se presentan aumentados de tamaño, congestionados y, en algunas ocasiones, presentan abscesos que sobresalen de la superficie del órgano. Tanto los riñones como el tracto uterino pueden estar congestionados y con infiltración de células inflamatorias (Hanes, 1999; Havelaar *et al.*, 2001; Parra *et al.*, 2002; Figueroa y Verdugo, 2005).

Microscópicamente, se puede apreciar esplenitis y linfadenitis con áreas de necrosis rodeadas de células mononucleares y neutrófilos, en el hígado puede haber además una hepatitis granulomatosa focal o multifocal (Kent *et al.*, 1966), esta lesión se encuentra en diversos grados de evolución, reconociéndose a las fases de reparación (fase proliferativa de la inflamación) como granuloma hepático; en los animales lactantes se puede observar cambio graso y congestión hepática (Ameghino, 1968; Saravia, 2004).

#### **3.1.1.1.5. Diagnóstico**

Para llegar a un diagnóstico certero y definitivo, hay que asociar las manifestaciones clínicas, los hallazgos a la necropsia y aislamiento del germen mediante un cultivo bacteriológico en el laboratorio (Mattos, 2007).

La identificación del serovar se realiza con serología para antígenos somáticos, flagelar y capsular; debiéndose considerar que los anticuerpos aparecen después de dos semanas de infección. En los últimos tiempos se ha recurrido a las pruebas moleculares, obteniendo resultados más exactos para identificar a aquellas bacterias no cultivables.

#### **3.1.1.1.6. Tratamiento**

Existen controversias en cuanto al tratamiento, ya que los cobayos no suelen responder a los antibióticos y más bien pueden desarrollar enterotoxemia (Harkness, 1995; Percy y Barthold, 2001). Los compuestos antibacterianos utilizados son el cloranfenicol, clorotetraciclina, estreptomina y nitrofurazona. Su comportamiento ha sido demostrado *in vitro*, utilizando cepas de *S. typhimurium* que originaron la enfermedad (Canchari, 1995).

Un estudio realizado en la provincia de Carhuaz, se llegó a comprobar que el 100% de los aislamientos de *Salmonella enterica* son sensibles frente a enrofloxacin, sulfatrimetoprim y estreptomicina, sugiriendo que estos antimicrobianos son una buena opción para el tratamiento de la enfermedad en cobayos (Matsuura, 2008).

#### **3.1.1.1.7. Profilaxis y control.**

La profilaxis de la salmonelosis es difícil, pero es necesario tomar ciertas medidas de prevención, tales como:

- Manejar bien los alimentos para evitar proporcionar alimentos contaminados.
- Controlar los factores que causan estrés en la población, evitando cambios bruscos en la alimentación y manteniendo constante la temperatura interna de los galpones.
- Efectuar desinfecciones periódicas de las instalaciones.
- Mantener en cuarentena a todo animal que se introduce de otros criaderos.
- Dar seguridad al galpón para evitar el ingreso de portadores (aves y roedores).

Algunas medidas a tomarse para el control de la enfermedad:

- Incinerar a los animales muertos
- Eliminar a los animales que sobrevivieron al brote,
- Desinfectar el equipo e instalaciones.

#### **3.1.1.2. Infección por *Pasterella* sp.**

##### **3.1.1.2.1. Etiología**

Las especies de *Pasterella* son pequeños bacilos o cocobacilos (0.3 - 1.0  $\mu$ m x 1.0 – 2.0  $\mu$ m) gramnegativos, que suelen aparecer aisladas o con menor frecuencia en pares o cadenas cortas. Son inmóviles, no esporulados, anaerobios facultativos, con un metabolismo respiratorio y fermentativo, además son oxidasa y catalasa positivos. Destacan *Pasterella multocida*, *P. haemolítica* y *P. pneurotrópica*.

#### **3.1.1.2.2. Signos clínicos**

Estas bacterias se relacionan con cuadros neumónicos, donde los animales más afectados son las hembras gestantes y lactantes. Los signos clínicos principales son dificultad a la respiración con estertores y disnea; donde algunos brotes causan una mortalidad hasta del 100%. A la necropsia se puede evidenciar bronconeumonía purulenta con diversos grados de hepatización. Por último el control pasa por una buena ubicación de las instalaciones (lugares secos), y una buena ventilación (Chauca, 1997).

#### **3.1.1.3. Infección por *Bordetella bronchiseptica***

##### **3.1.1.3.1 Etiología**

Es un bacilo corto, pleomórfico de 0.4- 0.5  $\mu$ m de diámetro y 1.5-2  $\mu$ m de longitud que presenta formas cocoides y bacilares, puede agruparse en parejas o cadenas pero por lo general se presenta como bacterias aisladas, es móvil gracias a sus flagelos peritricos, no forma esporas ni produce cápsula. Crece óptimamente en aerobiosis, a temperatura de 37  $\pm$  2 °C, pH entre 7.0 y 7.2 (Vadillo, 2002).

##### **3.1.1.3.2. Signos clínicos**

Los signos visibles son postración, anorexia, disnea y secreción nasal. La bronconeumonía generalizada produce cantidades de exudado pleurítico de color marrón rojizo. Diversos agentes irritantes del tracto respiratorio favorecen y estimulan a la enfermedad (Chauca, 1997).

También puede haber mortalidad sin presencia de signos clínicos, mayormente en las crías cuando hay excesivas corrientes de aire o humedad en la cama por falta de renovación o por exceso de animales (Bustamante, 1993).

A la necropsia se aprecian focos neumónicos o hemorrágicos en el pulmón, pudiendo llegar a la hepatización, edema pulmonar con presencia de exudado y derrame pleural (Canchari, 1995).

##### **3.1.1.3.3. Tratamiento y Control**

Los mejores resultados se obtienen con antibióticos de amplio espectro y sulfas. En general se pueden utilizar polvos solubles en el agua, de uso en la avicultura, siguiendo las indicaciones del producto en lo que respecta al preparado de las soluciones (Bustamante, 1993).

Para el control, se deberá identificar los factores condicionantes como: elevada humedad, bajas temperaturas y alta concentración de amoníaco; para así revertirlos (Hanes, 1999).

#### **3.1.1.4. Infección por *Streptococcus sp.* (Linfadenitis cervical).**

##### **3.1.1.4.1. Etiología**

Es una enfermedad que afecta los ganglios cervicales, en especial los retro faríngeos, es causada por las bacterias *Streptococcus pyogenes* grupo C y *Streptococcus zooepidemicus* hemolítico. Son cocos grampositivo  $\beta$ -hemolítico, encapsulado, pertenecientes al grupo C Lancefield, y habitante común de las vías respiratorias (Percy y Barthold, 2001).

Esta enfermedad ya ha sido descrita en cobayos desde 1907, donde se comprobó que la enfermedad se compone de abscesos crónicos de los ganglios linfáticos que a menudo son los ganglios cervicales los más afectados ; aunque los inguinales y retroperineales pueden eventualmente participar (Seastone, 1939).

##### **3.1.1.4.2. Transmisión**

Los microorganismos pueden entrar a los ganglios linfáticos a través de las superficies dañadas de la mucosa oral o a través de las vías respiratorias superiores, por aerosoles, mordidas y genitales. Las abrasiones en la cavidad bucal y conjuntiva, causada por la ingestión de alimento grosero, son comúnmente implicadas.

Después de la penetración, el microorganismo es drenado a los ganglios linfáticos locales, causando una hinchazón uni o bilateral en el ángulo de la mandíbula (Hanes, 1999).

La enfermedad se disemina rápidamente de un cobayo a otro, sobre todo cuando hay rupturas de abscesos, los cuales contienen gran cantidad de microorganismos, contaminando el alimento y por ingestión causar la enfermedad (Seastone, 1939; Wagner, 1999).

##### **3.1.1.4.3. Signos clínicos**

Aumento de tamaño de los ganglios cervicales pudiendo alcanzar un diámetro de 2 cm a más, en cuyo caso puede afectar la deglución y consecuentemente el consumo de alimentos. Puede haber ruptura de la piel con drenaje del absceso, seguido de cicatrización y fibrosis. La bacteria puede descender a las vías respiratorias pudiendo ocasionar una neumonía. La muerte puede ocurrir por la presión que ejercen los abscesos sobre los tejidos o a la ruptura de algún absceso dentro de la circulación sanguínea.

Los animales afectados no suelen mostrar otros signos que los poco específicos de pirexia o anorexia inmediatamente antes de fisurarse los abscesos; sin embargo en algunos casos puede haber descarga nasal, ocular, disnea y cianosis; también tortícolis debido a otitis media o interna (Hanes, 1999).

#### **3.1.1.4.4. Patología**

A la necropsia, ganglios aumentados de tamaño que derivan en abscesos con exudado purulento. La infección puede variar de una septicemia aguda fatal a una crónica con procesos supurativos, además de los ganglios cervicales, en torácicos y abdominales, vísceras, útero y oídos. El exudado purulento es de color blanco amarillento y en casos de epizootias se puede producir septicemia y neumonías agudas fatales. A la microscopía se puede evidenciar neumonía, pleuritis, miocarditis, pericarditis, peritonitis, otitis media, nefritis, artritis, celulitis y todas éstas caracterizadas por la inflamación supurativa necrotizante o fibrinosupurativa. También se puede evidenciar cadenas de cocos grampositivos en frotis directo o cortes de tejido (Wagner, 1999).

#### **3.1.1.4.5. Diagnóstico, tratamiento y control**

El diagnóstico se basa en el cultivo de los microorganismos provenientes de abscesos, sangre, corazón o pulmones, en agar sangre y evidenciando pequeñas colonias mucoides  $\beta$ -hemolíticas.

Los animales infectados deben ser aislados de la colonia y tratados con lavado quirúrgico de los abscesos y terapia de antibióticos (suele ser efectivos cloranfenicol y enrofloxacin). La propagación del microorganismo a través de una colonia puede controlarse aislando a los animales afectados antes de la ruptura de los abscesos; también se recomienda limitar la cantidad de alimento grosero para disminuir la incidencia. En casos de epizootias se recomienda el reemplazo de toda la colonia (Percy y Barthold, 2001).

#### **3.1.1.5. Infección por *Yersinia pseudotuberculosis***

##### **3.1.1.5.1. Etiología**

*Yersinia pseudotuberculosis*, se caracteriza por ser un bacilo o cocobacilo gramnegativo de 0.5 – 0.8  $\mu\text{m}$  de grosor y 1.3  $\mu\text{m}$  de longitud, son inmóviles a la temperatura de 37 °C, y

además psicrófilas, ya que pueden crecer a temperaturas cercanas a los 4 °C, son oxidasa negativos, catalasa positivos y fermentan la glucosa y otros azúcares (Vadillo, 2002).

Esta clasificada dentro de las enterobacterias y se caracteriza por presentar movilidad, no produce índol e hidroliza la urea, además fermenta la glucosa no así la lactosa (Carter, 1990).

#### **3.1.1.5.2. Signos clínicos**

Se han identificado tres formas: la septicemia aguda, con muerte violenta a causa de la ruptura de un linfonódulo mesentérico; la septicemia crónica, con decaimiento progresivo y muerte en 3-4 semanas; y la afección congénita o inmediatamente después del nacimiento. En la forma septicémica se presentan lesiones en el hígado y pulmón (Canchari, 1995).

#### **3.1.1.5.3. Patología**

En septicemia aguda se presentan lesiones en hígado y pulmones, pequeños nódulos de color crema en íleon terminal y pared intestinal del ciego, también pueden verse enteritis con ulceración de la mucosa. En la forma crónica existen lesiones nodulares muy pequeñas hasta del tamaño de una avellana en el hígado y bazo, con menos frecuencia en pulmones, pleura y peritoneo. En animales jóvenes puede observarse lesiones en linfonódulos de la cabeza y cuello (Chauca, 1997; Hanes, 1999; Wagner, 1999).

#### **3.1.1.5.4. Diagnóstico, tratamiento y control**

La bacteria es cultivable en diferentes medios tales como: agar Mc Conkey, agar azul de bromitol y agar citrato-desoxicolato. En cuanto al tratamiento, se recomienda terapia antibiótica a base de tetraciclinas y cloramfenicol. Para el control es necesario realizar campañas de antirratización y desratización, según convenga, limpieza y desinfección del galpón (Percy y Barthold, 2001).

### **3.1.2. Enfermedades Micóticas**

#### **3.1.2.1. Infección por dermatofitos**

##### **3.1.2.1.1. Etiología**

El agente causal es el *Trichophyton mentagrophytes*, es el dermatofito más comúnmente aislado en cobayos. La prevalencia de la artrospora en el medio ambiente es realmente alta, siendo la tasa de morbilidad cercana a 100% (Chauca, 1997).



#### **3.1.2.1.2. Transmisión**

Es una afección de la piel que se trasmite por contacto entre animales enfermos o por infestación a través de instalaciones o implementos contaminados. Los animales jóvenes, los viejos, las preñadas y otros animales estresados son los más susceptibles a la enfermedad; esta enfermedad está relacionada con los factores ambientales como calor, humedad, cama, suelo y esporas en el pelo (Percy y Barthold, 2001).

#### **3.1.2.1.3. Signos clínicos**

Se observa alopecia, piel enrojecida, lesiones alrededor de los ojos, nariz y en el lomo u otras partes del cuerpo. El signo característico es la caída del pelo en forma circunscrita a manera de anillos, descamación de la parte afectada y comezón intensa. Por lo general la afección se inicia en la cabeza pudiendo extenderse en las diferentes partes del cuerpo, dermatitis e hiperqueratitis, existiendo pústulas que son por lo general debido a infecciones bacterianas secundarias (Chauca *et al.*, 1998; Hanes, 1999).

#### **3.1.2.1.4. Patología**

Al examen microscópico, hay hiperqueratosis, hiperplasia epidérmica, infiltración de polimorfonucleares, pústulas en la epidermis y folículos pilosos.

#### **3.1.2.1.5. Diagnóstico, tratamiento y control**

El diagnóstico se basa en los signos clínicos y la identificación de hifas y artrosporas en H&E, PAS y GMS o DTM (Dermatophyte Test Medium) a través de un raspado epitelial y preparados con 10% de KOH y cultivado en agar Sabouraud o DTM.

El tratamiento incluye recorte del área afectada y griseofulvina (15 mg/kg PO, de 2 a 4 semanas) o una crema anti fúngica a base de clotrimazol al 1% aplicada por al menos 4 semanas. Se reportó que el cloruro de benzalconio usado al 0.1% en solución acuosa tiene acción fungicida y que a esta concentración no daña al animal, ni mancha la piel ni pelaje (Chauca, 1997).

Además de lo escrito anteriormente, un tratamiento casero que da buenos resultados contra la micosis en cobayos, es el uso de tintura de yodo, violeta de genciana, manteca vegetal; una buena remoción de las costras, así como secando bien las partes húmedas de los

galpones, aumentando la cama, control de la densidad y separando a los animales agresivos, ayudan a contrarrestar la micosis. Por último, un tratamiento casero que da buenos resultados, es el uso de vinagre de Granada o la “leche de Higo”, y se aplica igual que el yodo (FDN, 1994).

Un buen control de la densidad, evaluación del medio ambiente para descartar condiciones antihigiénicas y alta humedad, así como aumentar el material de cama; sirven para controlar esta micosis (Chauca, 1997).

### **3.1.3. Enfermedades parasitarias causados por Protozoos**

#### **3.1.3.1. Infección por *Cryptosporidium wrairi***

##### **3.1.3.1.1. Etiología**

EL *Cryptosporidium wrairi*, es un protozoo parásito principal en el cobayo. Este parásito se instala en el intestino delgado y generalmente la infección es subclínica aunque la infección clínica se produce en animales jóvenes (Hanes, 1999).

Tanto los cobayos adultos como los jóvenes son igualmente susceptibles a la criptosporidiosis, sin embargo se afirma que a partir de la semana 16 de edad, los cobayos pueden tener alguna resistencia innata (Chrisp *et al.*, 1990).

##### **3.1.3.1.2. Signos clínicos y Patología**

La colonización intestinal de este microorganismo puede causar pérdida de peso en adultos y diarrea, además tasas de crecimiento escasas en animales destetados o jóvenes; aparte se puede apreciar pelo áspero, letargo y las tasas de morbilidad pueden ir de 0 a 50% (Percy y Barthold, 2001).

El microorganismo es común en el íleon donde produce al microvilli un aislamiento irregular con atrofia, fusión, metaplasia con un infiltrado granulomatoso en la lámina propia y el epitelio absorbente, siendo la principal patología. Los parásitos pueden ser visualizados en vacuólas parasitóforas en la porción intracelular extra citoplasmática de los enterocitos infectados (Soulsby, 1987; Hanes, 1999).

#### **3.1.3.1.3. Diagnóstico y Tratamiento**

Un método rápido de diagnóstico consiste en raspados frescos de la mucosa del íleon, coloreados con una tinción acidorresistente y con observación de los equizontes; otros diagnósticos pueden realizarse por microscopía de contraste de fase o por examen microscópico de IFA, uso de kits comerciales. El examen histopatológico de biopsias intestinales o PCR de raspados de la mucosa son otros métodos para el diagnóstico de esta condición (Percy y Barthold, 2001).

Los brotes de esta enfermedad clínica pueden controlarse parcialmente por la adición de sulfametazina al 0.2% en la ración de agua.

#### **3.1.3.2. Infección por *Eimeria caviae***

La *Eimeria caviae*, es un parásito de distribución cosmopolita. Los animales más susceptibles son los cuyes jóvenes, principalmente después del destete. La transmisión es a raíz de la ingestión de ooquistes esporulados, los esporozoítos penetran en la mucosa intestinal, luego de 7 días las esquizogonias son detectables, e inmediatamente se produce diarrea a los 10 a 13 días; los animales gravemente afectados tendrán diarrea antes de eliminar los ooquistes (Soulsby, 1987).

Los signos clínicos en los casos agudos se manifiesta por una rápida pérdida de peso, diarrea mucosa con estrías sanguinolentas y muerte, la cual puede suceder incluso en forma repentina sin la presentación de signos clínicos. Los animales que se recuperan de la enfermedad o los que han sufrido una infección moderada quedan como portadores y son una fuente permanente de infección (Soulsby, 1987; Hanes, 1999).

A la necropsia la pared del colon está hiperémica, existiendo también congestión de la mucosa y edema, petequias y nódulos grises. En etapas crónicas de la enfermedad existe hiperplasia colónica, edema de la lámina propia con infiltración de polimorfonucleares y células mononucleares, además de microgametos y macrogametos en gran número. El diagnóstico se basa en un raspado de la mucosa y observar la presencia del microorganismo, análisis de flotación e histología (Soulsby, 1987; Hanes, 1999).

El tratamiento puede basarse al uso de sulfametazina sódica (4 a 5 g/kg de concentrado) por 3 a 4 días, sulfaquinoxalina: 0,9 g/litro de agua, durante una semana; además el tratamiento con este medicamento debe ser complementado con la administración de

vitamina K a fin de evitar la pérdida de ésta y el síndrome hemorrágico que por ausencia podría presentarse (Canchari, 1995).

Esta enfermedad se controla removiendo la cama para mantenerlas limpias y secas, evitando colocar las crías destetadas en corrales sucios o pocos saneados (FDN, 1994).

### **3.1.4. Enfermedades causadas por Helmintos**

#### **3.1.4.1. Infección por Nemátodos**

La *Paraspidodera uncinata*, el *Trichuris trichura* y el *Passalurus ambiguus* son parásitos específicos de los cuyes. Las infecciones parasitarias son mixtas, es decir, por varias especies parasitarias, cada una de las cuales ocupa un lugar determinado del tracto intestinal, produciendo trastornos con efectos nutritivos y fisiológicos variados. Tienen ciclo directo, salen los huevos con las heces, son ingeridos por los animales, se liberan las larvas y luego el parásito habita el intestino delgado, grueso y ciego (Chauca, 1997; Hanes, 1999).

Los nemátodos con mayor prevalecía son la *Paraspidodera uncinata* y el *Trichuris trichura*, cuya prevalencia es alta (80%). El *Passalurus ambiguus* (30%), el *Trichostrongylus* y el *Heterakis* (28%), y la *Capillaria* (14%). En los cuyes de la sierra se encuentra además *Ostertagia* y *Trichostrongylus* de vacunos (Chauca, 1997).

Los signos clínicos en el caso de infecciones moderadas o masivas se manifiestan con anorexia, enflaquecimiento, pelaje erizado y sin brillo, diarrea que varía entre catarral y mucosa, prurito anal (*Trichurus* y *Passalurus*). A la necropsia se puede observar que la mucosa del estómago, intestino y ciego se encuentra engrosada, edematosa, congestionada y, en algunos casos, con presencia de membranas necróticas fibrinosas. Presencia de los parásitos, más de 100 parásitos es ya una carga significativa que produce signos clínicos en el animal infestado. La gastroenteritis parasitaria es esencialmente una enfermedad de animales jóvenes, ya que los adultos desarrollan una resistencia relativamente sólida a nuevas infecciones (Chauca, 1997).

El control debe estar orientado a una limpieza y remoción periódica de la cama, más la utilización de antihelmínticos de amplio espectro como el Levamisol y el Higromix-B, piperazina, sin embargo la ivermectina (3 – 5 mg/kg, SC) también puede ser de gran ayuda. Cuando se ha detectado el problema se aconseja realizar dosificaciones después del destete y

repetir el tratamiento al mes. Y en reproductoras, 15 días antes de la parición, mediante la adición de un antihelmíntico al alimento (Chauca, 1997; Percy y Barthold, 2001).

#### **3.1.4.2. Infección por Tremátodos**

##### **3.1.4.2.1 Infección por *Fasciola hepática* (Distomatosis)**

La distomatosis hepática es una enfermedad parasitaria de importancia en la crianza del cobayo, el cual es muy susceptible a esta enfermedad por el pequeño tamaño del hígado que no soporta infestaciones altas, donde un mínimo de 4 fasciolas hepáticas podrían ser suficientes para producir enfermedad crónica. La distomatosis afecta a animales de todas las edades, la muerte ocurre cuando hay ingestión de grandes cantidades de metacercarias, y donde el periodo pre patente de la enfermedad en los cobayos es de 8 semanas (Sanchez, 2005).

Este parásito se aloja en estado adulto en los conductos biliares. Este parásito es hematófago y sus formas inmaduras durante su migración producen una destrucción masiva del parénquima hepático. La infección se produce mediante la alimentación con pastos recolectados en zonas infestadas y donde se haya pastado ovinos o vacunos.

El cuadro clínico se manifiesta por anorexia, debilidad y muerte repentina. A la necropsia se observa ascitis, hígado congestionado y hemorrágico, con exudado fibrinoso, también degeneración de grasa difusa, marcada dilatación y proliferación de conductos biliares, además puede haber esplenomegalia e hiperplasia de los folículos linfoides y en algunos casos se evidencia abortos. Los análisis de sangre pueden mostrar eosinofilia y anemia (aunque ésta dependerá del tiempo en que se toma la muestra de sangre). El control es fundamentalmente de tipo preventivo, evitándose la alimentación de cuyes con pastos infectados, ya que la infección incluso leve con 10 metacercarias produce la muerte del animal. También se debería aplicar sulfato de cobre a los pastizales para controlar a los caracoles (hospederos intermediario) e interrumpir el ciclo (Canchari, 1995; Chauca, 1997).

El tratamiento curativo se hace a base de triclobendasol (Fascinex): 10 mg/kg de peso (Bustamante, 1993; Cauca, 1997).

#### **3.1.4.3. Infección por Céstodes**

No están presentes en los cuyes, el estado adulto, solo en formas larvarias. El cobayo viene a ser solo un hospedero intermediario. Las tenias al estado adulto habitan en el intestino de otros mamíferos, como perros y gatos (Bustamante, 1993).

##### **3.1.4.3.1. Cisticercos**

Su hallazgo se conoce como cisticercosis, apreciándose pequeños quistes adheridos al mesenterio estomacal o intestinal a manera de vesículas que solo se aprecian en la necropsia. Los cobayos pueden ser hospederos intermediarios de *Taenia hydatigena* (que vive en el intestino delgado de perros y gatos) y menos común de *Cisticercus celulosae* (*T. solium*) (Bustamante, 1993).

##### **3.1.4.3.2. Cenurosis**

También se puede encontrar en el cobayo el *Coenurus cerebralis* que causa la cenurosis en los ovinos, este parásito es el estadio larvario de la tenia *Multiceps multiceps* y también de *Multiceps cerebralis*, que en su estadio adulto se encuentra en los cánidos (Bustamante, 1993).

##### **3.1.4.3.3. Quiste hidatídico**

Se encuentra en el hígado y pulmones de los cobayos y otros herbívoros que ingirieron pastos infectados con huevos de la tenia *Echinococcus granulosus* que tiene como hospedero definitivo al perro. Para el tratamiento de éste y anteriores céstodes, se usan drogas que tratan al hospedero definitivo; sin embargo para el control en el cobayo es necesario cortar el ciclo del parásito, evitando de no dar vísceras crudas a los perros y gatos, erradicando los animales portadores de las cercanías de los cobayos y los pastos deben provenir de zonas libres, dentro de lo posible (Bustamante, 1993).

#### **3.1.5. Infestación por Ectoparásitos**

Los parásitos externos constituyen otro de los factores importantes dentro de las enfermedades parasitarias. El grado de infección es intenso en las crías familiares, lo cual repercute negativamente en la producción. Existen tres grupos importantes de ectoparásitos en cuyes:

##### **3.1.5.1 Piojos**

Son parásitos aplanados, dorsoventralmente de color amarillo pardo, que pasan todo su ciclo de vida en el cuerpo del cuy, el cual se completa aproximadamente en 23 semanas.

Comprenden dos grupos, los piojos masticadores, *Gyropus ovalis*, *Trichodectes caviae* y *Gliricola*; se alimentan de células epiteliales descamadas o de la epidermis de la piel, algunas sin embargo se alimentan de sangre (Soulsby, 1987).

Los animales de recría son los más parasitados, tienen escozor y al rascarse se producen irritaciones. Los cuyes se muerden la piel y se frotan contra la pared o con los comederos produciéndose heridas, costras, caída del pelo. Los animales están intranquilos, no comen adecuadamente y este estrés puede complicarse con una infección bacteriana secundaria (Chauca, 1997).

#### **3.1.5.2. Pulgas**

Son parásitos comprimidos lateralmente, su cubierta quitinizada le permite desplazarse con facilidad por el pelaje. Son saltadoras lo que les permite desplazarse con facilidad por el pelaje y brincar de un huésped a otro. Sus órganos bucales están adaptados para succionar, su alimentación es a base de sangre. Los huevos son puestos generalmente fuera del huésped en las hendiduras de los pisos o paredes, de tal forma que solamente las pulgas adultas son parásitas. El ciclo evolutivo bajo condiciones óptimas de temperatura y humedad se completa en 30 días. Entre las pulgas más frecuentemente encontradas en cuyes se mencionan al *Ctenocephalides caviae*, *Spilopsyllus caviae*, pulgas propias del cobayo, *Echidnophaga gallinacia*, *Ctenocephalides canis* y *Pulex irritans*, pulga de las gallinas, perro y hombre, respectivamente (Soulsby, 1987; Bustamante, 1993).

Las pulgas causan severa irritación de la piel, anemia, intranquilidad que en infestaciones masivas pueden producir la muerte de los animales. Se han observado infestaciones masivas con un promedio de hasta 2 000 pulgas por animal (Chauca, 1997).

El tratamiento contra las pulgas puede realizarse efectivamente en cobayos con el uso de fipronil, al igual que en otras especies de mamíferos, el cobayo no muestra signos de toxicidad a esta sustancia, aunque si mantiene un poder residual alto. También se menciona la Ciromazina en polvo (Larvadex) contra la infestación de pulgas (Sevilla, 1994; Hanes, 1999).

#### **3.1.5.3. Ácaros**

Son ectoparásitos microscópicos, o apenas visibles a simple vista, responsables de la sarna de los cuyes. El ciclo de vida tiene una duración de pocos días. Se alimentan de sangre y linfa

de aquí que la anemia sea el síntoma constante. Además, las picaduras les provocan irritación, intranquilidad, pérdida de sueño y caída del pelo.

Se han señalado varias especies de ácaros, de los cuales dos infestan a aves de corral, pero debido a la crianza mixta los cuyes son también parasitados (Esquivel, 1994).

*Dermanyssus gallinae*, llamado también ácaro rojo, se alimenta mayormente durante la noche. En el día se introduce en huecos o grietas donde deposita sus huevos, merma significativamente la producción de cobayos en la sierra, los animales pueden crecer menos y el análisis hematológico muestra valores inferiores a los normales y esta deficiencia en muchos casos hace que los cobayos sean susceptibles a enfermedades infecciosas (Soulsby, 1987; Hanes, 1999).

*Ornithonyssus silviarum*, la especie que en el ámbito andino es comúnmente conocida como “chu-chuy”, en cobayos es el ácaro hematófago que normalmente parasita a las gallinas y ocasionalmente roedores, produce la sarna desplumante de las aves y difiere del anterior en que su alimentación es de forma más o menos continua, incluso durante el día. Al manipular los animales el ácaro pasa a las manos y brazos del operador (Hanes, 1999).

*Chiridisoides caviae*, acarosis que afecta a los cuyes; es relativamente común en instalaciones de laboratorio y animales de compañía, puede verse en torno a la región lumbar y son vistos en grupos de dos a tres machos inmaduros y una hembra madura, se observa caída de pelo, laceraciones en la piel y prurito. Los parásitos se localizan en los folículos de los pelos preferentemente en el cráneo y la cara (Soulsby, 1987; Florian, 1998).

Se sabe que tratamientos con una solución de deltamethrina (Butox) a 25 ppm o espolvoreo al 2.5% tienen una efectividad del 100% y que a estas concentraciones no es tóxico para los cobayos. La ivermectina es efectiva en una dosis de 0.3 a 0.5 mg/kg SC, la cual debe repetirse a las 2 semanas o hasta que desaparezcan los ácaros (Percy y Barthold, 2001)

Tanto piojos, pulgas y ácaros son capaces de producir una reacción hipersensible bastante severa en los cuyes agravando el cuadro clínico. Los animales afectados se rascan frecuentemente, la zona de la cabeza y cuello presentan grandes áreas desprovistas de pelo y el resto del pelaje luce sucio y desordenado (Chauca, 1997).



El control se lleva a cabo mediante la limpieza y la desinfección de los corrales con insecticida, para lo cual es recomendable retirar los cuyes, teniendo especial cuidado de hacer una limpieza profunda de las grietas y agujeros, eliminando y quemando la cama. El tratamiento de los animales se realiza con insecticidas ya clorinados, fosforados o, mejor aún, piretroides, ya sea por espolvoreo, baños de inmersión o aspersión (Chauca, 1997).

Se ha introducido al mercado la cyromazina (Larvadex), que se esparce sobre la cama, impide el desarrollo de larva a pupa, de forma que después de una aplicación semanal durante 6 a 8 semanas evita el desarrollo de nuevas poblaciones de pulgas. Si esta medida se combina con baños de inmersión o aspersión cada 15 días, se pueden controlar los ácaros después de dos meses (Chauca, 1997; Percy y Barthold, 2001).

## **IV. HEMATOLOGÍA**

La sangre y los órganos formadores de sangre participan en el intercambio de oxígeno y dióxido de carbono en los tejidos periféricos y en el envío del dióxido de carbono a los pulmones para su eliminación. Este líquido complejo es el medio de transporte para el movimiento de nutrimentos a las células y la excreción de productos de desechos por los riñones, intestino, pulmones, hígado y piel. El contenido de agua de las células corporales y del líquido intersticial es controlado por la sangre. Las variaciones en la distribución de la sangre ayudan en la regulación de la temperatura corporal. La sangre distribuye también hormonas para controlar las funciones del cuerpo y su contenido es, en cambio, afectados por hormonas que obran en los órganos formadores de sangre. La defensa contra la invasión bacteriana y los mecanismos de inmunidad son funciones importantes de los componentes sanguíneos (Medway *et al.*, 1986).

Puesto que la sangre participa directa o indirectamente en casi todos los procesos bioquímicos en el cuerpo, sus alteraciones en el estado de enfermedad ayudan a detectar con frecuencia la lesión o mecanismo existentes. La facilidad con que la sangre puede ser extraída, hace de su examen un elemento de diagnóstico, sin embargo, no se debe olvidar que en la sangre existe la predisposición a promover un ambiente interno estable. Muchas respuestas son uniformes y no específicas, de modo que diferentes cambios patológicos pueden provocar la misma respuesta (Medway *et al.*, 1986).

### **4.1. HEMATOPOYESIS**

#### **4.1.1. Fase Mesoblástica**

Las primeras células sanguíneas se forman por proliferación de células mesenquimatosas en islotes del saco vitelino. Las células periféricas de estos islotes forman la pared endotelial de

los vasos y las células centrales se convierten en células sanguíneas primitivas, predominando los eritrocitos nucleados (Medway *et al.* 1986).

#### **4.1.2. Fase Hepática**

Al desarrollarse el embrión, la eritropoyesis comienza primero en el hígado y después en el bazo, timo y nódulos linfáticos. La actividad en estos sitios disminuye después de que comienza la formación celular en la médula ósea. La granulopoyesis es posterior de la eritropoyesis y la medula se vuelve el sitio principal para la proliferación de los granulocitos. Cuando existe gran demanda de células durante la vida adulta, el hígado, timo, bazo y nódulos linfáticos forman eritrocitos, leucocitos y megacariocitos. Los órganos linfáticos y la médula ósea producen linfocitos (Medway *et al.* 1986).

#### **4.1.3. Fase Mieloide**

La proliferación de células mesenquimatosas en el primordio óseo genera células sanguíneas en el embrión maduro y en el animal adulto. La médula está encerrada en un estuche óseo que está revestido interiormente por tejido conectivo, el endostio, en el que una sustancia semejante a un gel está sostenida por una red laxa de filamentos fibrosos y células reticulares unida con el endostio y la red vascular. Ésta se ramifica en toda la médula, la capa interna de estos vasos es de células endoteliales sin membrana basal, y hay hendiduras en la pared de estos sinusoides (Medway *et al.* 1986).

La mielopoyesis, que incluye eritropoyesis, granulopoyesis y una cantidad limitada de trombopoyesis, linfopoyesis y monopoyesis, sucede fuera del compartimiento vascular en esta matriz parecida a un gel que contiene células reticulares, células adiposas y células sanguíneas primitivas y maduras. Los granulocitos y eritrocitos maduros atraviesan las hendiduras parietales de los sinusoides y pasan a la sangre circulante (Medway *et al.* 1986).

En edad temprana, toda la cavidad medular es activa, pero en el adulto solamente los extremos de los huesos largos, esternón, pelvis, costillas y cresta del ilion conservan tejido proliferante, mientras que el resto de la médula se llena con células adiposas y células reticulares en reposo (Medway *et al.* 1986).

## 4.2. COMPOSICIÓN DE LA SANGRE

Componentes celulares:

- Eritrocitos (glóbulos rojos)
- Leucocitos (glóbulos blancos), que se clasifican en:
  - Neutrófilos
  - Eosinófilos
  - Basófilos
  - Linfocitos
  - Monocitos
- Trombocitos
- Células varias (plasmocitos, células retículo-endoteliales, megacariocitos)
- Núcleos expulsados de los eritrocitos, partículas del citoplasma de eritrocitos, leucocitos degenerantes.

Contenido del plasma (agua 91 – 92%, sólidos 8 – 9%)

- Componentes orgánicos de los sólidos:
  - Proteínas 7% (se incluyen los anticuerpos y los factores de coagulación)
  - Sustancias nitrogenadas, grasas neutras, fosfolípidos, colesterol, glucosa, enzima y hormonas.
- Componentes inorgánicos de los sólidos (0.9%): Na, Ca, K, Mg, P, I, Fe, Cu,  $\text{HCO}_3^-$ .

### 4.2.1. ERITROCITOS

También llamados glóbulos rojos, son los elementos formes cuantitativamente más numerosos de la sangre. Los eritrocitos son producidos por la médula ósea con una esperanza de vida determinada. Están conformados por hemoglobina que es una proteína cuya función principal es la de transportar oxígeno a las células y llevar dióxido de carbono desde éstas. Otra función del eritrocito es la de contribuir con el volumen sanguíneo y, por lo tanto, participa en la dinámica de la circulación. Cuando se deterioran o lesionan son fagocitados por los macrófagos del sistema reticuloendotelial del bazo. El anillo porfirínico del grupo hemo se transforma en pigmento biliar, bilirrubina, que es secretada del hígado. El hierro se transporta

hasta la médula ósea para ser incorporado a la hemoglobina de eritrocitos neoformados (Guyton, H. 2001; Rebar, A. 2002).

#### **4.2.2. LEUCOCITOS**

Los leucocitos o glóbulos blancos son las unidades móviles del sistema de protección del organismo se forman a partir de la médula ósea y su verdadera utilidad reside en que la mayoría se transporta de manera específica a zonas de infección e inflamación intensas (Guyton, H. 2001).

Existen células denominadas granulocitos (neutrófilos, basófilos y eosinófilos) denominados así por poseer gránulos dispersos en el citoplasma y los agranulocitos (linfocitos y monocitos). En periodos de infección grave el tiempo de vida se acorta a solo horas, esto se debe a que la célula emigra hacia el lugar de infección, cumple sus funciones y termina destruyéndose en el proceso (Rebar, A. 2002).

##### **4.2.2.1. Granulocitos**

###### **4.2.2.1.1. Neutrófilos segmentados**

Son los más numerosos en la sangre periférica, tienen un diámetro de 10 – 12  $\mu\text{m}$  y un solo núcleo con varias muescas que son resultado de su división en lóbulos que van de los 3 a 5, su núcleo es oscuro con partes más claras y que se muestran azurófilos. Constituyen la principal defensa contra la invasión de los tejidos por microorganismos, su principal función es la eliminación de las bacterias pero pueden dañar o participar en la destrucción de hongos, virus y algas (Rebar, A. 2002).

###### **4.2.2.1.2. Neutrófilos en banda**

Son similares a los neutrófilos segmentados con la diferencia que su núcleo se presenta en forma de banda, pueden aparecer en baja cantidad o no estar presentes (Rebar, A. 2002).

###### **4.2.2.1.3. Eosinófilos**

Se encuentran en cantidades reducidas en animales sanos o bien no pueden encontrarse, su tamaño va de 12 - 20  $\mu\text{m}$  de diámetro, con núcleo segmentado no bien definido. Citoplasma teñido de azul pálido con granulaciones rosa, aparecen muy a menudo en el citoplasma vacuolas de tamaño variable. Constituyen el principal componente de las reacciones de hipersensibilidad sistémicas. Son los principales responsables en eliminar tremátodos y

nematodos que presenten Ig G o complemento unido a su superficie y pueden desempeñar cierto papel en la destrucción de células neoplásicas (Rebar, A.2002; Aguilar, J., Vives, J. 2006).

#### **4.2.2.1.4. Basófilos**

Aparecen raramente en la sangre periférica, tienen un diámetro de 12 - 20µm, núcleo lobulado segmentado y un citoplasma púrpura gris con pocos gránulos oscuros y en algunos casos pueden ser escasos o estar ausentes. Los gránulos contienen histamina y heparina. La histamina liberada juega un papel importante en la reacción de hipersensibilidad inmediata; la heparina inhibe la coagulación con una importante función en la inflamación (Rebar, A. 2002).

#### **4.2.2.2 Agranulocitos**

##### **4.2.2.2.1 Linfocitos**

Son los leucocitos que se encuentran en gran número después de los neutrófilos segmentados y son células redondas más pequeñas que éstos con un núcleo mezclado entre áreas densas y suaves en forma de mancha y citoplasma claro. Poseen un diámetro entre 9 - 12µm. En animales sanos los linfocitos circulantes derivan aproximadamente 70% del Timo (linfocitos T) y 30% del Bazo (linfocitos B). la producción de anticuerpos y la liberación de moléculas conocidas como citoquinas son los elementos que los distinguen para estas funciones al ser células que pertenecen al sistema inmunitario específico (Tizar, I. 2000; Rebar, A. 2002).

##### **4.2.2.2.2. Monocitos**

Ausentes o presentes en cantidades reducidas en la sangre periférica, con un diámetro que puede ir de 15 a 20µm, tienen núcleos ovales con una sola muesca (forma de riñón). La cromatina de su núcleo posee finas granulaciones, una cantidad moderada de citoplasma normalmente azul – gris. Disponen de un tránsito breve en la sangre (10 – 20 horas) antes de salir a los tejidos a través de las células endoteliales de los capilares, una vez en los tejidos adquieren un tamaño mucho más grande convirtiéndose en macrófagos tisulares, corresponden a la segunda línea de defensa del sistema fagocítico circulante, cuyas funciones incluyen fagocitosis, regulación de la respuesta inflamatoria a través de la liberación de mediadores inflamatorios, presentación de antígeno a los linfocitos y participación en la regulación de la reserva de hierro en el organismo (Rebar, A. 2002).

#### 4.2.3. PLAQUETAS

Son células ovales ligeramente elongadas, bicóncavas o planas con un contorno uniforme. Algunas plaquetas presentan pocos gránulos o carecen de ellos, tienen un diámetro de 2 - 3µm, lo que representa un décimo del tamaño de un eritrocito. Las plaquetas más jóvenes son de mayor tamaño y también son denominadas trombocitos. Mantienen la integridad vascular sellando pequeñas discontinuidades endoteliales, detienen hemorragias formando agregaciones plaquetarias tras la constricción endotelial, contribuyen a la actividad pro coagulante de membrana lipídica al facilitar la hemostasis secundaria y la formación de fibrina, promueven la reparación celular mediante el factor de crecimiento derivado de plaqueta (PDGF) estimulando la mitogénesis celular, en la inflamación liberan sustancias vaso activas como la serotonina y modulan la acción de los neutrófilos (Rebar, A. 2002).

#### 4.3. ASPECTOS EN PATOLOGÍA CLÍNICA

La hematología es el estudio de la sangre y por lo general se refiere al estudio de sus componentes celulares, como eritrocitos o glóbulos rojos, los leucocitos o glóbulos blancos (leucocitos) y plaquetas. La sangre puede ser analizada con equipos automatizados (recuento sanguíneo completo automatizado) y por el examen microscópico de frotis de sangre. El frotis de sangre se realiza mediante la colocación de un punto (más pequeño que una gota) de sangre cerca de un extremo del portaobjetos de vidrio. (Medway *et al.*, 1986).

El análisis de la sangre ha llegado a ser clínicamente importante por varias razones. La sangre es el tejido más fácil de muestrear por biopsia sin lastimar al animal. La facilidad con que la sangre puede ser obtenida hace de su examen un elemento diagnóstico, especialmente cuando un agente etiológico puede ser demostrado (Medway *et al.*, 1986). Es importante clínicamente para determinar el estado de salud de un individuo, puesto que la sangre participa directa e indirectamente en casi todos los procesos bioquímicos del cuerpo, alteraciones en su estado ayudan a detectar enfermedades o lesiones (Medway *et al.*, 1986).

El estado fisiológico del animal en el momento del muestreo afecta la composición de la sangre. Siempre se debe considerar la especie, edad, sexo (gestación) y el ejercicio. El sitio de punción debe estar limpio y libre de patógenos. El grado de desinfección de la piel es determinado no solo por el temor a la infección sino también a la estructura y sensibilidad de la piel. En cambio la esterilización de los instrumentos de punción no tiene consideraciones

atenuantes. Después de la punción, el sitio debe dejarse seco, limpio y libre de sangre (Medway *et al*, 1986).

A menos que el animal esté bien adaptado a que le saquen muestras de sangre, lo que no es usual, estará estresado durante el procedimiento (es decir, por el acercamiento del operador, captura, sujeción, administración de agentes inmovilizantes, y obtención de la muestra). Como parte de la reacción de estrés, se producen catecolaminas (adrenalina, noradrenalina). Una de las acciones de estas hormonas es provocar que se contraiga el bazo. El bazo es un lugar de almacenamiento de glóbulos rojos, y en algunas especies, puede almacenar hasta el 25% de los glóbulos rojos del cuerpo. Cuando se contrae, se liberan glóbulos rojos a la circulación. No es una reacción anormal pero suministra a la sangre una mayor capacidad de transporte de oxígeno para afrontar una situación normal de “pelea”. Por lo tanto, el recuento de hematíes, el hematocrito y los niveles de hemoglobina estarán artificialmente altos en las muestras de sangre obtenidas de animales conscientes estresados (SECAL, 1997).

Dentro de los anticoagulantes más usados está el EDTA (etilenodiaminetetraacético) en forma de sal disódica o dipotásica, el cual actúa por quelación del calcio. Produce la menor alteración morfológica de los leucocitos y eritrocitos, evita la agregación de las plaquetas y es por ello satisfactorio para velocidad de sedimentación, hematocrito, índice icterico y cuenta de eritrocitos, leucocitos y plaquetas. Además no altera la tinción de las células. Se emplea en concentraciones de 0.5 - 2mg/ml. Un miligramo de polvo seco por mililitro de sangre es suficiente, o una gota de solución al 10% por 5ml de sangre (Medway *et al*, 1986).

Un hemograma completo consiste en el recuento de leucocitos totales, recuento diferencial de leucocitos, recuento de eritrocitos, hematocrito, hemoglobina, eritrocitos nucleados, plaquetas y reticulocitos. Los índices eritrocitarios (volumen corpuscular medio, hemoglobina corpuscular media y concentración de hemoglobina corpuscular media) proveen información adicional (Sodikoff, 1996).

Se recomienda realizar hemogramas completos a los pacientes, ya que el hemograma constituye un “fotograma” del sistema hematopoyético en un momento determinado (Rebar *et al*., 2002).



#### **4.4. MORFOLOGÍA E ÍNDICES DE LAS CÉLULAS SANGUÍNEAS PERIFÉRICAS DEL COBAYO**

##### **4.4.1. ERITROCITOS**

Los eritrocitos del Cobayo (*Cavia porcellus*), tienen una moderada anisocitosis, con un diámetro entre los 6.6 – 7.9  $\mu\text{m}$  (Schermer, 1967). Algunos microcitos, cuando están presentes pueden tener un diámetro de 3.5  $\mu\text{m}$ , los eritrocitos de los cobayos son células sanguíneas rojas largas, comparadas con otras especies comunes de laboratorio, los eritrocitos policromáticos pueden estar alrededor del 25% de los eritrocitos circulantes en neonatos, 4.5% en los jóvenes, y 1.5% en adultos (Jain, 1986). Los índices eritrocitarios en los cobayos (número de eritrocitos, hemoglobina y volumen de células empaquetadas), son relativamente más bajas comparados con valores observados en otras especies de roedores de laboratorio (Manning *et al*, 1984). Durante los tres primeros meses de vida.

##### **4.4.2. TROMBOCITOS**

Las plaquetas de los cobayos tienen una forma ovalada irregular (2 – 3  $\mu\text{m}$  de longitud), y la periferia del citoplasma es pálida en comparación con la coloración intensa dentro de la célula. Los rangos numéricos observados de plaquetas circulantes reportadas en algunas referencias: 120 – 132  $\times 10^3 / \text{mm}^3$ ; 161 – 368  $\times 10^3 / \text{mm}^3$ ; 530  $\pm$  149  $\times 10^3 / \text{mm}^3$ ; 250 – 850  $\times 10^3 / \text{mm}^3$ ; 250 – 850  $\times 10^3 / \text{mm}^3$  y 260 – 740  $\times 10^3 / \text{mm}^3$  (Mitruka, 1977; Benirschke *et al*, 1978; Hillyer *et al*, 1996).

##### **4.4.3. LEUCOCITOS**

Los neutrófilos de los cobayos tienen aproximadamente de 10 – 12  $\mu\text{m}$  de diámetro, son picnóticos, tienen un núcleo segmentado (con un número de 5 o más segmentos), los gránulos eosinófilos dentro del citoplasma, pareciendo en algunos casos seudoesinofilia un “Drumstick” lóbulo de cromatina sexual puede estar presente en el núcleo de los neutrófilos de los cobayos hembras. Los eosinófilos son más largos que los neutrófilos (alrededor de 10 – 15  $\mu\text{m}$  en diámetro). Los basófilos son raramente encontrados, son del mismo tamaño que los neutrófilos o ser más largos, el núcleo tiene una coloración púrpura, y en el citoplasma se encuentran gránulos violetas de diferentes tamaños (Schermer, 1967).

Los linfocitos son los leucocitos predominantes, y los linfocitos pequeños están presentes en mayor cantidad, tienen forma alargada, no son más largos que los eritrocitos. Los linfocitos pequeños de los cobayos son redondos, de núcleo picnótico, rodeado por una banda en el

citoplasma. Los linfocitos pueden ser dos veces más largos con menos picnosis, con un núcleo más ovalado y brillante y una zona extensa del citoplasma que en algunos casos puede contener pequeños y largos gránulos azurofílicos, los monocitos de los cobayos son usualmente más largos que los linfocitos, tienen un núcleo ovalado con una pequeña cantidad de cromatina y tiene un citoplasma azulgrisáceo (Jain, 1986).

Ocasionalmente las células Foa-Kurloff (KC cells), las cuales son específicas de los cobayos, pueden ser observadas en la circulación en una proporción mayor del 3 – 4% del conteo diferencial de los leucocitos (Jain, 1986). No hay una diferencia significativa en el número de KC en machos y hembras después de los 2 a 3 meses de edad. Las células KC, son leucocitos especializados y contienen un cuerpo de inclusión intracitoplasmático formado por un mucopolisacárido, este tipo de células pueden ser encontradas en sangre periférica y en la glándula del timo, se encuentran en mayor proporción en pulmón, bazo y placenta bajo estimulación estrogénica y preñez (Izard *et al*, 1976). El origen exacto y función de estas células es desconocida, sin embargo se especula que pueden tener una función de células asesinas en la circulación general o como protector de antígenos fetales en la placenta (Marshall *et al*, 1971).

#### **4.5. VALORES HEMATOLÓGICOS REPORTADOS EN COBAYOS**

Si bien la asunción de los rangos de referencia suponen un patrón de comportamiento constante, hay que resaltar que lo único constante en la vida es el cambio. Es decir la concentración de los componentes de la sangre sufre oscilaciones en forma permanente. Dichas fluctuaciones controladas de la homeostasis, son superadas en ocasiones por las fluctuaciones no controladas de la enfermedad (Medway *et al.*, 1986).

Por lo tanto, los análisis solo tendrán valor cuando el clínico se halle en condiciones de saber interpretar los resultados a partir de un conocimiento previo de aquellos factores o limitantes que potencialmente pueden afectarlos (Coles, 1986). Los desacuerdos entre los valores hematológicos normales obtenidos por diversos autores llevaron a definir que los principales factores de variación del hemograma se centrarían en el tamaño y origen de la muestra, el sexo, la raza, la salud, la actividad muscular, la temperatura ambiental, la altitud, el estado nutritivo y de hidratación de los animales en estudio, así como el método de recolección de sangre y las técnicas laborales empleadas (Jain, 1993).

Los valores reportados por Bustamante (1993), tomados del Primer Curso Nacional de Cuyes Huancayo – 1976, no especifican número de animales muestreados, sexo, edad y solo reportan los promedios de cada parámetro (Cuadro 1).

Chauca (1997), reporta valores hematológicos en el cobayo de trabajos realizados por Leguia (1995) y Florian (1995) quienes realizaron experimentos con *Pulex irritans* y *Dermanyssus gallinae* respectivamente, para observar el efecto de estos ectoparásitos en los animales infestados experimentalmente comparados con animales control libre de ectoparásitos (Cuadro 2 y Cuadro 3), solo se observan el promedio de los valores reportados.

El ISIS (International Species Information System, 1999), nos dá un reporte de valores hematológicos para cobayos sanos provenientes de exámenes médicos anuales sin especificar edad ni sexo, pertenecientes a diversos laboratorios y zoológicos del mundo (Cuadro 4).

Schalm *et al* (1975), reporta valores hematológicos en cobayos de diferentes edades, especificando el sexo y el lugar y la forma de toma de muestra, menciona que fue por punción cardiaca bajo anestésico (éter). Así mismo, reporta que el número de eritrocitos aumenta en un millón desde el primer mes hasta el tercer mes de vida, la concentración de hemoglobina y hematocrito se incrementaron junto con el recuento de eritrocitos. Todos los valores leucocíticos, con la posible excepción de los basófilos, revelaron un aumento gradual con la edad. En el Cuadro 5, se reportan los valores hematológicos de cobayos de 63 – 90 días de edad, machos, por ser valores consecuentes con el presente estudio.

Medway *et al.* (1986), reporta valores hematológicos normales en cobayos, no especifica sexo, edad ni tamaño muestral (Cuadro 6).

Harkness (1995), Jhonson – Delaney (1996) y Hillyer (1996) reportan valores hematológicos para cobayos aparentemente sanos (Cuadro 7), no especifican edad, sexo, tamaño muestral y solo manifiestan rangos de cada parámetro evaluado.

**Cuadro 1:** Constantes Hematológicas del Cuy

	PROMEDIO	
	MACHOS	HEMBRAS
Glóbulos rojos (millones por mm <sup>3</sup> )	5.520	5.011
Glóbulos blancos (miles por mm <sup>3</sup> )	3.792	4.081
Hemoglobina (g. por 100 ml)	13.72	13.50
Hematocrito (%)	40.42	40.11
Volumen globular medio (u <sup>3</sup> )	78.13	83.42
Hemoglobina globular media (uug)	24.86	27.15
Concentración media de hemoglobina globular (%)	3.474	34.71

FUENTE: PRIMER CURSO NACIONAL DE CUYES. HUANCAYO - 1976

**Cuadro 2.** Valores Hematológicos en Cobayos infestados y no infestados con pulgas  
(*Pulex irritans*)

PARÁMETROS	NO INFESTADO MEDIA	INFESTADO MEDIA
Glóbulos Rojos (millones /mm <sup>3</sup> )	5290	3650
Glóbulos Blancos (miles/mm <sup>3</sup> )	3620	2787
Hemoglobina (g/100ml)	13.1	8.4
Hematocrito (%)	39.0	28.0

FUENTE: LEGUIA, 1995

**Cuadro 3.** Valores Hematológicos en 49 cobayos infestados y no infestados con *Dermanyssus gallinae*.

PARÁMETROS	NO INFESTADO MEDIA	INFESTADO MEDIA
Glóbulos Rojos (millones /mm <sup>3</sup> )	5357	4109
Glóbulos Blancos (miles/mm <sup>3</sup> )	4840	5126
Hemoglobina (g/100ml)	14.3	12.7
Hematocrito (%)	42.8	39.2
Neutrófilos maduros (%)	30.5	39.6
Neutrófilos inmaduros (%)	7.6	9.5
Linfocitos (%)	57.6	47.7
Monocitos (%)	3.6	1.1

FUENTE: FLORIAN, 1995

**Cuadro 4.** Reporte de Valores Hematológicos para Cobayos

PARÁMETROS	ANIMALES	MEDIA	DESVIO ESTANDAR	RANGO
Glóbulos Rojos ( $10^6/\mu\text{l}$ )	12	4.9	0.73	4.04 - 6.70
Glóbulos Blancos ( $10^3/\mu\text{l}$ )	14	7.012	3.463	3 - 14.4
Hemoglobina (g/dl)	12	13.1	1.6	10.6 - 16.2
Hematocrito (%)	14	38	5.2	28 - 46.7
VCM (fl)	12	78.2	8.2	55.2 - 84
CHCM (g/dl)	12	34	2	30.2 - 37.5
HCM (PG)	12	26.5	2.6	20 - 29.1
Neutrófilos (%)	14	37.5	31.2	13.3 - 52
Linfocitos (%)	14	55.1	27.7	33 - 51
Monocitos (%)	11	6.8	5.8	3 - 9.4
Eosinófilos (%)	8	3.1	3.5	1 - 5.2
Basófilos (%)	4	1	0.37	0.6 - 1.3
Neutrófilos en Banda (%)	1	1.2	0	-

FUENTE ISIS VALUES, 1999

**VCM:** Volúmen Corpuscular Medio.

**CHCM:** Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media.

**HCM:** Hemoglobina Corpuscular Media.

**Cuadro 5.** Valores Hematológicos de 16 Cobayos machos de 63 - 90 días de edad

PARÁMETROS	MEDIA ± DESVÍO ESTANDAR
Glóbulos Rojos ( $10^6/\mu\text{l}$ )	5.64 ± 0.38
Hematocrito (%)	46.3 ± 2.3
Hemoglobina (g/dl)	14.04 ± 0.9
VCM (fl)	82.2 ± 2.7
CHCM (g/dl)	30.3 ± 1.2
Glóbulos Blancos ( $10^3/\mu\text{l}$ )	5.94 ± 1.23
Neutrófilos (%)	31.9 ± 10.7
Linfocitos (%)	65.9 ± 10.6
Monocitos (%)	1.3 ± 1.1
Plaquetas ( $10^3/\mu\text{l}$ )	489 ± 109

FUENTE: SCHALM *et al.*, 1975

**VCM:** Volúmen Corpuscular Medio.

**CHCM:** Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media.



**Cuadro 6.** Valores Hematológicos normales del Cobayo

PARÁMETROS	MEDIA	RANGO
Glóbulos rojos ( $10^6/\mu\text{l}$ )	6	4 - 7
Hemoglobina (g/dl)	14	11 - 17
Hematocrito (%)	40	33 - 45
Leucocitos ( $10^3/\mu\text{l}$ )	10	7 - 14
Neutrófilos (celulas /mm <sup>3</sup> )	4000	2000 - 6000
Linfocitos (celulas /mm <sup>3</sup> )	5.500	3000 - 8000
Monocitos (celulas /mm <sup>3</sup> )	1100	200 - 2000

FUENTE: MEDWAY *et al.*, 1986

**Cuadro 7:** Parámetros Hematológicos de Cobayos (*Cavia porcellus*)

PARÁMETROS	1	2	3
Glóbulos rojos ( $\times 10^6/\text{mm}^3$ )	4,2 - 7,0	4,5 - 7,0	3,2 - 8,0
Hematocrito (%)	37 - 48	37 - 48	32 - 50
Hemoglobina (g/dl)	11 - 15	11 - 15	10 - 17,2
VCM (fl)	-	-	71 - 96
HCM (PG)	-	-	23 - 27
CHCM (%)	-	-	26 - 39
Glóbulos blancos ( $\times 10^3/\text{MM}^3$ )	7 - 18	7 - 18	5.5 - 17.5
Neutrófilos (%)	28 - 44	28 - 44	22 - 48
Linfocitos (%)	39 - 72	39 - 72	39 - 72
Monocitos (%)	3 - 12	3 - 12	1 - 10

FUENTE: HARKNESS, J.E. 1995 (1); JHONSON - DELANEY, C.A. 1996 (2);  
HILLYER, E.V. 1996 (3)

**VCM:** Volúmen Corpuscular Medio.

**HCM:** Hemoglobina Corpuscular Media.

**CHCM:** Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media.

#### **4.6. VARIACIONES CLÍNICAS EN EL CUADRO SANGUÍNEO**

Cuando hay un aumento del recuento de eritrocitos, la causa más común de este aparente incremento es la deshidratación, se debe pues, a una disminución en el volumen del plasma y no a un incremento en la cantidad de eritrocitos. En algunos casos la deshidratación suele enmascarar una anemia por lo que es importante tener en cuenta este factor en la interpretación de los hallazgos de laboratorio (Doxey, 1987).

La disminución del recuento de eritrocitos, por lo general se le conoce como anemia que no es en si la enfermedad sino que es el resultado de alguna causa subyacente, y la determinación de que algún animal esté anémico no establece un diagnóstico. Los estudios hematológicos se utilizan para descubrir la presencia de anemia y establecer si hay regeneración de eritrocitos. Antes de llegar a un diagnóstico específico es necesaria la evaluación de la historia, signos clínicos o la identificación de parásitos en la sangre (Doxey, 1987).

El aumento del recuento leucocitario (leucocitosis), se relaciona con un proceso de defensa activa contra algún proceso anatomopatológico, o menos frecuentemente, con neoplasia de las células de sangre. La leucocitosis a consecuencia de una neutrofilia se manifiesta en casi todas las infecciones bacterianas o lesiones inflamatorias. Aunque es común observar una linfocitosis relativa en enfermedades relacionadas con neutropenia, solo en casos de linfosarcoma se produce un incremento importante en el número de linfocitos circulantes. En cambio existen cuatro procesos patológicos básicos que reducen el número de leucocitos circulantes: aplasia o hipoplasia de la médula ósea, 28 enfermedades virales, infecciones que superan las defensas en perros y gatos y graves enfermedades bacterianas agudas en rumiantes (Doxey, 1987).

## **V. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1 MATERIALES**

#### **5.1.1 Localización**

El presente estudio de investigación es de tipo descriptivo y comparativo, las muestras se obtuvieron en la Unidad de Cuyes, Estación El Mantaro, Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA), Facultad de Medicina Veterinaria, UNMSM. Ubicado en el Distrito El Mantaro, a 30 km de la ciudad de Huancayo, situado a 3 350 msnm (Lat. 11°49'05" Log. 75°23'27"). Se trabajó durante el mes de Mayo del año 2013, a una temperatura mínima de 5°C y máxima de 25°C y un clima templado y seco. El procesamiento de las muestras se llevó a cabo en el Laboratorio de Patología Clínica de la FMV-UNMSM, ubicado en el distrito de San Borja ciudad de Lima.

#### **5.1.2. Animales**

Se utilizaron 60 cuyes machos de una edad promedio de 2.5 meses, aparentemente sanos, pertenecientes a las líneas cárnica (30) y precoz (30). Los animales fueron criados de forma intensiva. En la crianza intensiva los animales se encuentran estabulados, generalmente bajo condiciones de temperatura, luz y humedad que han sido creadas en forma artificial, con el objetivo de incrementar la producción en el menor lapso de tiempo; los animales se alimentan, principalmente, de alimentos enriquecidos para obtener el máximo beneficio.

Ambos grupos fueron criados bajo las mismas condiciones de alimentación, manejo y control sanitario. En cuanto a la alimentación se utilizó una combinación de forraje verde (a discreción) más concentrado (harina de cebada o afrechillo de trigo), en el manejo se

considera el espacio vital, asegurando la suplementación energética correspondiente y la limpieza de las pozas (a intervalos mensuales) y el control sanitario está basado en las barreras de bioseguridad (protección física, química e inmunológica) las cuales funcionan simultánea y permanentemente.

La detección del estado de salud de los animales se realizó mediante la evaluación del comportamiento (actitudes, costumbres, animales lentos o agazapados generalmente presentan patologías) y examen clínico completo (peso, lesiones, apetito, etc).

#### **5.1.3 Materiales para la extracción de sangre**

- o Agujas de 23Gx1”.
- o Tubos para muestra de sangre tipo Vacutainers de 5ml, con anticoagulante EDTA.
- o Alcohol al 70% y algodón.
- o Guantes.
- o Caja de Tecnopor.
- o Hielo y/o refrigerante.

#### **5.1.4 Equipo y materiales para Hematología**

##### Para determinación de Hematocrito (Figura 8):

- o Capilares para microhematocrito de 1mm de diámetro por 75mm de largo sin EDTA.
- o Mechero a gas.
- o Microcentrífuga, para hematocrito.
- o Escala graduada de 0-100. Tabla de hematocrito.
- o Algodón.

##### Para determinación de Hemoglobina (Figura 9):

- o Pipeta de Sahli para hemoglobina.
- o Solución Drabkin.

- o Espectrofotómetro (Photometer 4010).
- o Manguerita de goma.
- o Algodón.
- o Tubos de ensayo.
- o Gradilla.
- o Micropipetas de 1 y 5 ml.

Para recuento globular (Figura 10):

- o Cámara cuenta glóbulos de Neubauer.
- o Pipetas de Thoma para glóbulos rojos.
- o Pipetas de Thoma para glóbulos blancos.
- o Dilutor de glóbulos rojos.
- o Dilutor de glóbulos blancos.
- o Agitador.
- o Laminilla cubreobjeto.
- o Contómetro.
- o Manguerita de goma.
- o Algodón.
- o Microscopio de luz artificial y objetivos por 10x y 40x.

Para frotis sanguíneo y Recuento diferencial (Figura 11):

- o Láminas portaobjeto.
- o Colorante Wright.

- o Solución Buffer.
- o Agua corriente.
- o Reloj de control.
- o Microscopio de luz artificial y objetivo por 100x.
- o Aceite de inmersión.
- o Contómetro diferencial de células.
- o Lápiz.



**FIGURA 8.** Materiales y equipo para determinación de hematocrito.



**FIGURA 9.** Materiales y equipo para determinación de hemoglobina.



**FIGURA 10.** Materiales y equipo para recuento globular.





**FIGURA 11.** Materiales y equipo para recuento diferencial

## **5.2 METODOLOGÍA**

### **5.2.1. Obtención de muestras de sangre**

Los animales fueron muestreados separándolos en dos grupos, 30 de la línea Cárnica y 30 de la línea Precoz, a su vez cada uno de estos grupos se subdividieron en tres grupos de 10 respectivamente, los cuales fueron colocados en jabas para un mejor manejo de los animales.

Con ayuda de un colaborador, se sujetaba a cada animal con una mano y con la otra se procedía a hacer hemostasia en el miembro anterior y así exponer en relieve la vena cefálica, se procedía a la desinfección de la zona seguidamente después se realizaba la venipunción (Figura 12). Posteriormente se llevó a cabo la toma de muestras sanguíneas. Éstas fueron obtenidas en tubos para recolección de sangre tipo vacutainers de 5ml con anticoagulante EDTA, a razón de 1ml por animal en promedio; para finalmente ser rotulados y trasladados, en gradillas dentro de cajas de tecnopor con refrigerante, al laboratorio de la Estacion IVITA – El Mantaro para realizar el frotis en láminas porta objetos de cada muestra, siendo rotuladas éstas y guardadas en cajas especiales para finalmente ser trasladadas y procesadas en el Laboratorio de Patología Clínica de la FMV-UNMSM-Lima.



**FIGURA 12.** Sujeción y toma de muestra de sangre de la vena cefálica.

## **5.2.2. Procesamiento de muestras**

### **5.2.2.1 Volumen del paquete celular (Hematocrito %)**

Se utilizó el método del microhematocrito, que consiste en llenar los tubos capilares lisos (1.0mmx75mm), con la sangre que contenía el anticoagulante hasta llegar aproximadamente a los tres cuartos del tubo capilar inclinándolo para facilitar el llenado, secándose la sangre que quedaba fuera de éste. El extremo opuesto y libre de sangre se selló con la llama de un mechero, luego fueron colocados con los extremos abiertos hacia el centro del platillo ranurado de la microcentrífuga. Se centrifugó a 10000 rpm por 5 minutos, y finalmente se realizó la lectura con la ayuda de una escala graduada de 0 a 100.

### **5.2.2.2 Método para la Determinación de Hemoglobina (g/dl)**

Se utilizó el método de la cianometahemoglobina, cuyo fundamento es que el ferrocianuro convierte el hierro de la hemoglobina del estado ferroso al férrico para formar metahemoglobina en una solución salina. La metahemoglobina se combina con el cianuro de potasio para producir el complejo estable llamado cianometahemoglobina.

El procedimiento requirió de 20ul de sangre total con anticoagulante, obtenida con la pipeta de Sahli y 5 ml de solución Drabkin, mezclados en un tubo de ensayo. Dicha mezcla se dejó reposar por 10 minutos, para luego ser leída en el espectrofotómetro a 546nm de longitud de onda con factor 37.00. Previamente se debió establecer cero en la escala de densidad óptica usando un blanco de solución Drabkin.

#### **5.2.2.3 Recuento de Glóbulos Rojos o Eritrocitos ( $\times 10^6/\mu\text{l}$ )**

Para realizar el recuento fue necesario usar la pipeta de Thoma insertada con un tubo de hule en el extremo, la cual se llenó con sangre homogenizada con el anticoagulante hasta la marca 0.5 mediante una succión suave, luego se completó hasta la marca 101 por encima del bulbo aspirando el dilutor de eritrocitos, el cual es una solución salina isotónica, permitiendo así una dilución de 1:200 de sangre. La pipeta se agitó de 2 a 3 minutos en un agitador mecánico, inmediatamente después se desechó tres gotas para llenar con mucho cuidado la cámara de Neubauer por capilaridad.

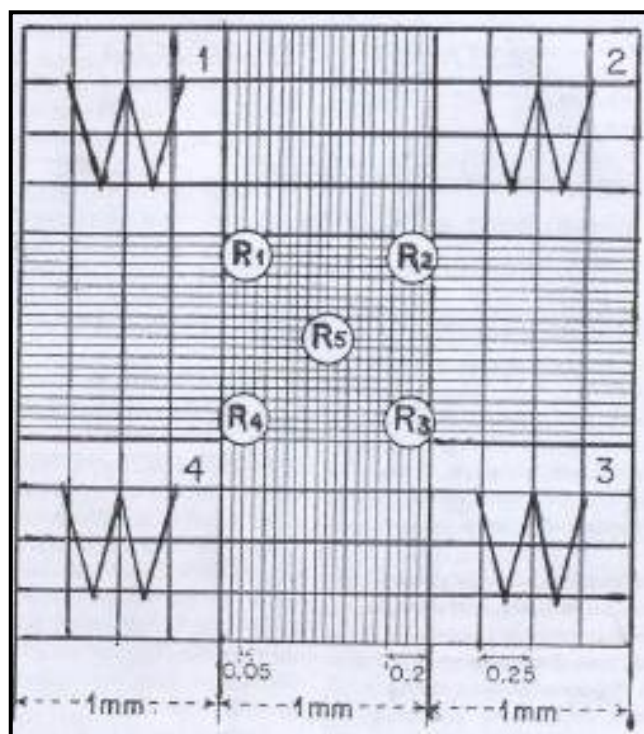
Con el objetivo 10x se localizaron los 9 cuadrantes grandes y se observó la distribución uniforme de las células. El conteo se hizo con el objetivo en 40x localizando los 25 cuadrantes pequeños del área central y contando sólo los eritrocitos de 5 de los cuadrantes (los extremos y el vértice) (Figura 13). Cada uno de los 5 cuadrantes pequeños que se contaron estaban limitados por líneas dobles o triples, éstos a la vez se dividían en 16 cuadrados más pequeños. Se contaron en total 80 cuadrados pequeños. Se contaron las células empezando por la izquierda de la fila superior de los 4 cuadrados pequeños, luego de derecha a izquierda en la siguiente fila y así sucesivamente.

Para no contar los eritrocitos dos veces en cuadrados adyacentes; se contaron en caso de línea triple, sólo los que tocaron la línea central hacia dentro y las líneas internas superior e izquierda y no los que tocaron las líneas internas derecha e inferior. En caso de línea doble se contaron las células que tocaban las líneas externas superior e izquierda y no se contaron las células que tocaban las líneas internas inferior y derecha (Figura 14).

Para determinar el número de eritrocitos se sumaron las células de los cinco cuadrados y se multiplicaron por 10000, el resultado se expresó en eritrocitos totales por microlitro, una variación de más de 25 células entre cualquiera de los 5 cuadros que se contaron, indicaba una distribución dispareja, por lo que se volvía a realizar la cuenta.

**W:** Áreas para la cuenta de leucocitos.

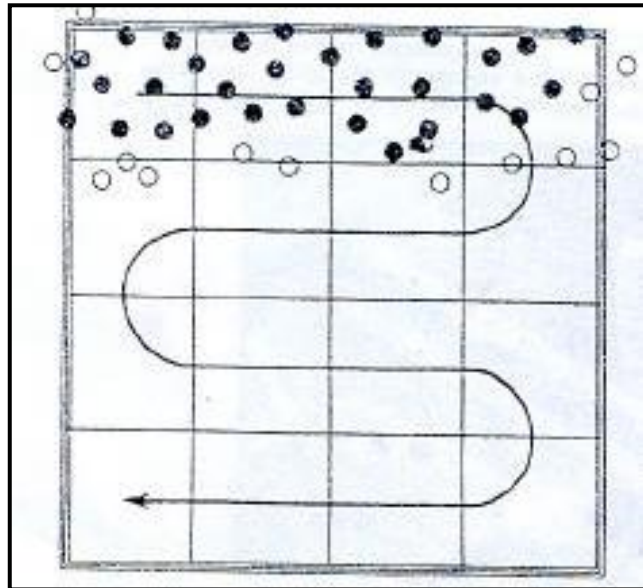
**R:** Áreas para la cuenta de eritrocitos.



**FIGURA 13.** Área de recuento globular.

Fuente Medway *et al.* 1986

Se cuentan las células oscuras



**FIGURA 14.** Dirección de las cuentas celulares.

Fuente Medway *et al.* 1986

#### **5.2.2.4 Recuento de Glóbulos Blancos o Leucocitos ( $\times 10^3/\mu\text{l}$ )**

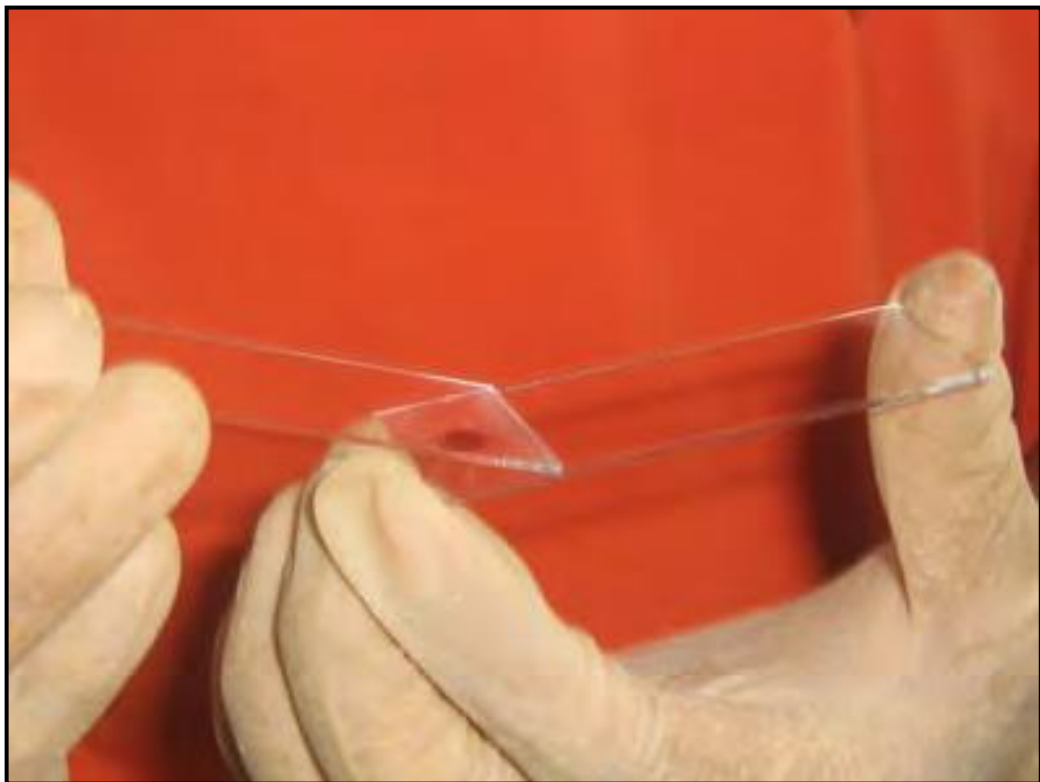
Se usó la misma técnica descrita para la cuenta eritrocítica, excepto que se utilizó una pipeta de Thoma para leucocitos y la sangre se aspiró hasta la marca 0.5 y diluida a la marca 11 con el dilutor de glóbulos blancos, esto proporcionó una dilución de 1:20. Para la cuenta leucocitaria, se desecharon 2 a 3 gotas de la pipeta antes de llenar la cámara de Neubauer. Se dejó un minuto para que los eritrocitos se lisen y que los leucocitos se sedimenten. La regla para incluir o excluir las células que tocaban las líneas fue la misma que se usó para la cuenta de eritrocitos.

Los leucocitos se observaron con el objetivo de 10x y fue necesario reducir la iluminación del microscopio, para poder distinguirlos. Se contaron las células de cada uno de los cuatro cuadrados de las esquinas y se sumaron (Figura 13), el resultado se multiplicó por 50 y se obtuvo el número de leucocitos totales por microlitro. Cuando existía una variación de más de 15 células entre cualquiera de los 4 cuadros que se contaron, se descartaba la cuenta pues indicaba una distribución dispareja.

#### 5.2.2.5 Frotis para Recuento Diferencial (%)

La sangre con anticoagulante se mezcló bien, agitándose manualmente, Luego se trasladó hacia el extremo de un portaobjeto con un capilar. Se colocó una gota, que fue luego extendida con otro portaobjeto ubicado delante de ésta en un ángulo de 30°.

Cada lámina fue secada rápidamente ondeándose en el aire e identificada con un código para evitar confusión. Para la coloración se utilizó el colorante de Wright. Se cubrió la lámina con el colorante por tres minutos para fijarla, sobre éste se colocaron 12 gotas de solución buffer y se homogenizó con una manguerita de goma. Se esperó 5 minutos para luego enjuagarla con agua corriente y secarla mediante una secadora. El examen del frotis se realizó a gran aumento para obtener un cuadro general del número de células, distribución de agregaciones celulares y presencia de grandes parásitos. Después se hizo el examen con aceite de inmersión a un aumento de 100x. Se contó y clasificó un mínimo de 100 leucocitos, expresándolos en porcentaje. También se evaluó la condición de los eritrocitos observando tamaño, forma y la reacción de coloración.



**FIGURA 15.** Procesamiento de las muestras - frotis sanguíneo.



**FIGURA 16.** Procesamiento de las muestras – identificación de láminas (frotis).

#### **5.2.2.6 Determinación de Índices Eritrocíticos**

Los índices eritrocíticos definen el tamaño y el contenido de hemoglobina del eritrocito utilizando los valores obtenidos para el recuento de glóbulos rojos, la concentración de hemoglobina y el volumen del paquete celular o hematocrito.

##### **a) Volumen corpuscular medio (VCM).**

Expresa el volumen promedio del eritrocito individual. Se calculó con la siguiente fórmula:

VCP: Volumen del Paquete Celular

GR: glóbulos Rojos

$$\text{VCM} = \frac{\text{VPC} \times 10}{\text{GR}}$$

#### **Recuento de GR**

El resultado se expresó en fentolitros (fl).

**b) Concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM).**

Es la concentración de hemoglobina en el eritrocito promedio o la proporción del peso de la hemoglobina y el volumen en el cual está contenido. Se calculó con la siguiente fórmula:

VPC: Volumen del Paquete Celular

$$\text{CHCM} = \frac{\text{Hemoglobina} \times 100}{\text{VPC}}$$

El resultado se expresó en gramos por decilitro (g/dl).

**c) Hemoglobina corpuscular media (HCM).**

Es la cantidad de hemoglobina por peso en el eritrocito promedio. Se calculó con la siguiente fórmula:

GR: Glóbulos Rojos

$$\text{HCM} = \frac{\text{Hemoglobina} \times 10}{\text{Recuento de GR}}$$

El resultado se expresó en picogramos (pg)

### **5.3 ANÁLISIS DE DATOS**

#### **5.3.1 TAMAÑO MUESTRAL.**

Se trabajó con dos líneas productivas de cuyes, todos machos, la línea Precoz y la línea Cárnica, y de cada una de éstas se tomó 30 animales para el estudio, siendo en total 60 animales. Se eligió un tamaño muestral de 30 de acuerdo al Teorema del Limite Central la distribución de las medias de muestra se puede aproximar razonablemente bien con una distribución normal.



### **5.3.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.**

Se utilizaron los valores promedio o medias ( $\bar{X}$ ) como medidas de tendencias central y el Desvío Estándar como medida de dispersión para el análisis de los datos encontrados. Así mismo se presentaron los rangos o intervalos para cada variable evaluada. La comparación de los valores encontrados para ambas líneas de selección de cuyes, se utilizó la prueba estadística t-student.

## **VI. RESULTADOS**

En el Cuadro 8. Se muestra los valores de la Serie Eritrocítica, Serie Leucocítica y conteo de Plaquetas de las 60 muestras obtenidas para su evaluación comprendiendo 30 muestras de Línea Cárnica y 30 de la Línea Precoz.

**Cuadro 8:** Valores de la Serie Eritrocítica, Serie Leucocítica y conteo de plaquetas en Cobayos (*Cavia porcellus*) de la Línea Precoz (30 animales) y Línea Cárnica (30 animales)

LINEA PRECOZ					LÍNEA CÁRNICA				
VARIABLES	MEDIA	±	DS	RANGO	MEDIA	±	DS	RANGO	
Serie Eritrocita	Eritrocitos (X10 <sup>6</sup> /μl)	6.09	±	0.38	(5.30-6.87)	6.08	±	0.32	(5.39-6.71)
	Hematocrito (%) *	53.5	±	2.98	(46.73-59.76)	56.7	±	2.64	(51.92-63.13)
	Hemoglobina (g/dl) *	15.8	±	0.81	(14.3-18.1)	16.4	±	0.81	(15.3-18.5)
	VCM (fl) *	88.03	±	3.66	(80-96)	93.3	±	3.6	(88-102)
	CHCM (pg)	29.5	±	0.92	(27.9-32.1)	29.02	±	1.23	(27.4-34.4)
	HCM (g/dl) *	25.9	±	1.44	(23.2-28.8)	27.16	±	1.53	(25.4-33.5)
Serie Leucocita	Leucocitos (x10 <sup>3</sup> /μl)	9.6	±	2.53	(6.40-14.94)	6.18	±	2.27	(3.47-13.93)
	Neutrófilos (%)	54.8	±	16.9	(23-88)	35.13	±	12.6	(12-75)
	Linfocitos (%) *	40.4	±	18.8	(3-76)	59.7	±	11.2	(24-83)
	Monocitos (%) *	4.8	±	4.3	(1-13)	5.2	±	3.21	(1-11)
	Plaquetas (x10 <sup>3</sup> /μl)	492.1	±	119.9	(322-800)	389.13	±	84.9	(249-538)

**VCM:** Volumen Corpuscular Medio.

**CHCM:** Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media.

**HCM:** Hemoglobina Corpuscular Media.

\* Presentan diferencia estadística significativa a favor de la Línea Cárnica.

## 6.1. SERIE ERITROCÍTICA

En el Cuadro 1 se muestra los valores de la serie eritrocítica de ambas líneas de cobayo, Cárnica y Precoz. El promedio hallado en el presente estudio del Número de Eritrocitos de la Línea Cárnica fue  $6.08 \pm 0.32 \times 10^6 / \mu\text{L}$  ( $5.39 - 6.71 \times 10^6 / \mu\text{L}$ ), y de la Línea Precoz fue  $6.09 \pm 0.38 \times 10^6 / \mu\text{L}$  ( $5.30 - 6.87 \times 10^6 / \mu\text{L}$ ). El Hematocrito hallado para la Línea Cárnica fue  $56.7 \pm 2.64 \%$  ( $51.92\% - 63.13\%$ ) y para la Línea Precoz fue  $53.5 \pm 2.98 \%$  ( $46.73\% - 59.76\%$ ). La Hemoglobina para la Línea Cárnica fue  $16.4 \pm 0.81 \text{ g/dl}$  ( $15.3 - 18.5 \text{ g/dl}$ ) y para la Línea Precoz fue  $15.8 \pm 0.81 \text{ g/dl}$  ( $14.3 - 18.1 \text{ g/dl}$ ). Observando diferencia estadística significativa en la estimación de la concentración de la Hemoglobina y el Hematocrito a favor de la Línea Cárnica.

Los promedios de los índices eritrocíticos hallados en el presente estudio en cuanto a VCM, HCM y CHCM fueron: El VCM para la Línea Cárnica fue  $93.3 \pm 3.6 \text{ fl}$  ( $88 - 102 \text{ fl}$ ), para la Línea Precoz fue  $88.03 \pm 3.66 \text{ fl}$  ( $80 - 96 \text{ fl}$ ); el CHCM para Línea Cárnica fue  $29.02 \pm 1.23 \text{ g/dl}$  ( $27.4 - 34.4 \text{ g/dl}$ ), para la Línea Precoz  $29.5 \pm 0.92 \text{ g/dl}$  ( $27.9 - 32.1 \text{ g/dl}$ ); el HCM para la Línea Cárnica fue  $27.16 \pm 1.53 \text{ pg}$  ( $25.4 - 33.5 \text{ pg}$ ), para la Línea Precoz fue  $25.9 \pm 1.44 \text{ pg}$  ( $23.2 - 28.8 \text{ pg}$ ). Se observan diferencias estadísticas significativas en el VCM y HCM a favor de la Línea Cárnica.

## 6.2. SERIE LEUCOCÍTICA

En el Cuadro 1 se muestra los valores de la serie Leucocítica de ambas líneas de cobayos en estudio. El promedio hallado en el presente estudio para la cuenta de leucocitos para la Línea Cárnica fue  $6.18 \pm 2.27 \times 10^3 / \mu\text{L}$  ( $3.47 - 13.93 \times 10^3 / \mu\text{L}$ ) y para la Línea Precoz fue  $9.6 \pm 2.53 \times 10^3 / \mu\text{L}$  ( $6.40 - 14.94 \times 10^3 / \mu\text{L}$ ). La distribución celular para la Línea Cárnica, en Neutrófilos, fue  $35.13 \pm 12.6 \%$  ( $12 - 75 \%$ ) y para la Línea Precoz fue  $54.8 \pm 16.9 \%$  ( $23 - 88 \%$ ); en Linfocitos para la Línea Cárnica fue  $59.7 \pm 11.2 \%$  ( $24 - 83 \%$ ) y para la Línea Precoz  $40.4 \pm 18.8 \%$  ( $3 - 76 \%$ ); y Monocitos para la Línea Cárnica fue  $5.2 \pm 3.21\%$  ( $1 - 11 \%$ ) y para la Línea Precoz fue  $4.8 \pm 4.3 \%$  ( $1 - 13 \%$ ). Se observa diferencia estadística significativa en el recuento de Linfocitos y Monocitos a favor de la Línea Cárnica.

El conteo de Plaquetas sanguíneas para la Línea Cárnica fue  $389.13 \pm 84.9 \times 10^3 / \mu\text{L}$  ( $249 - 538 \times 10^3 / \mu\text{L}$ ) y para la Línea Precoz fue  $492.1 \pm 119.9 \times 10^3 / \mu\text{L}$  ( $322 - 800 \times 10^3 / \mu\text{L}$ ). No encontrándose diferencia estadística en ambas líneas de selección de cuyes.

## VII. DISCUSIÓN

Antes de intentar interpretar anormalidades hematológicas es fundamental conocer los valores normales para cualquier especie, además de las variaciones normales que pudieran ocurrir. En animales muy jóvenes los recuentos totales de eritrocitos se encuentran bajos y luego van incrementándose hasta alcanzar los niveles de adulto al cabo de algunos meses de edad. Doxey (1987) describe que algunos anestésicos generales y sedantes, comúnmente utilizados, pueden afectar el recuento celular y otras medidas asociadas al contraer y relajar la cápsula esplénica, como parte de la reacción al estrés se producen catecolaminas, las cuales producen contracción del bazo; por ello el recuento de eritrocitos, hematocrito y niveles de hemoglobina pueden estar artificialmente altos.

En el Perú no se han realizado actualmente estudios hematológicos en cobayos, los reportados por Bustamante (1993) y Chauca (1997), derivan de fuentes pasadas y solo refieren los promedios de cada valor hematológico. Por tal motivo, la discusión se basará con los promedios y sus respectivas desviaciones estándar (DE) de los valores hallados en cobayos de la base de datos del International Species Information System (ISIS - 1999), provenientes de exámenes médicos anuales de cobayos sanos de diferente edad y sexo (no menciona el método ni lugar de la toma de sangre) de diferentes laboratorios del mundo asociados a ISIS. Así mismo, se tomará en cuenta el reporte de Schalm *et al* (1975) en cobayos machos de 63 – 90 días de edad (menciona que la muestra fue tomada por punción cardíaca y bajo anestesia).

El valor promedio de glóbulos rojos obtenido en el presente estudio para la Línea Cárnica fue  $6.08 \pm 0.32 \times 10^6 / \mu\text{L}$  ( $5.39 - 6.71 \times 10^6 / \mu\text{L}$ ), y de la Línea Precoz fue  $6.09 \pm 0.38 \times 10^6 / \mu\text{L}$  ( $5.30 - 6.87 \times 10^6 / \mu\text{L}$ ); siendo estos valores similares entre ambos grupos debido a la

comparación de sus respectivas desviaciones estándar (DE), no habiendo diferencia significativa; así mismo los valores reportados por el ISIS (1999) con una media de  $4.99 \pm 0.73 \times 10^6 / \mu\text{L}$  ( $4.04 - 6.70 \times 10^6 / \mu\text{L}$ ) y Schalm *et al* (1975) con valores promedio  $5.64 \pm 0.38 \times 10^6 / \mu\text{L}$  ( $5.26 - 6.02 \times 10^6 / \mu\text{L}$ ), al ser comparados con los grupos de estudio (Línea Cárnica y Precoz) muestran similitud debido a la comparación de sus desviaciones estándar (DE).

Los valores hallados en el presente estudio con respecto a la Hemoglobina fueron para la Línea Cárnica  $16.4 \pm 0.81 \text{ g/dl}$  ( $15.3 - 18.5 \text{ g/dl}$ ) y para la Línea Precoz fue  $15.8 \pm 0.81 \text{ g/dl}$  ( $14.3 - 18.1 \text{ g/dl}$ ). El ISIS (1999) reporta una media de  $13.1 \pm 1.6 \text{ g/dl}$  ( $10.6 - 16.2 \text{ g/dl}$ ) y Schalm *et al* (1975)  $14.09 \pm 0.9 \text{ g/dl}$  ( $13.14 - 14.94 \text{ g/dl}$ ), todos estos valores son similares entre sí debido a la comparación de sus respectivas desviaciones estándar (DE). Pero con el análisis estadístico se observa diferencia estadística significativa entre ambas líneas de selección (Cárnica y Precoz).

El hematocrito, los resultados obtenidos del presente estudio para la Línea Cárnica fue  $56.7 \pm 2.64 \%$  ( $51.92\% - 63.13\%$ ), para la Línea Precoz fue  $53.5 \pm 2.98 \%$  ( $46.73\% - 59.76\%$ ). El ISIS (1999) reporta  $38 \pm 5.2 \%$  ( $28 - 46 \%$ ) y Schalm *et al* (1975)  $46.3 \pm 2.3 \%$  ( $44 - 48.6 \%$ ), habiendo similitud entre estos valores de acuerdo a la comparación de sus respectivas desviaciones estándar, pero con diferencia estadística significativa entre las líneas de selección (Cárnica y Precoz).

Si observamos las medias de cada parámetro descritos hasta ahora, podemos apreciar que las halladas en el presente estudio son ligeramente y superior a las reportadas por el ISIS (1999) y Schalm *et al* (1975), lo que puede deberse a posibles diferencias en la crianza, alimentación y manejo de la especie en estudio, por ejemplo cuando las condiciones de alimentación mejoran, la hemoglobina tiende a elevarse (Medway *et al*, 1986) también puede variar por la técnica empleada al momento de la toma de muestra, ya que un mal manejo produciría hemólisis y así el escape de hemoglobina de los glóbulos rojos con aumento en sus lecturas (Benjamín, 1998).

Los animales utilizados para el presente estudio están bajo crianza intensiva y tecnificada ubicada a una altura de 3350 msnm; en lugares donde la cantidad de oxígeno en el aire se encuentra reducida, disminuye la cantidad de oxígeno que transporta la sangre, esto desencadena una serie de mecanismos fisiológicos, ocurre un aumento considerable de producción de eritrocitos para captar la mayor cantidad posible de oxígeno para llevarla al organismo, esto se logra por un aumento en los niveles de eritropoyetina endógena, la cual

estimula en la médula ósea la producción de glóbulos rojos, el hematocrito aumenta por disminución del volumen plasmático. No es la concentración de eritrocitos de la sangre que controla su producción si no su capacidad funcional de transportar oxígeno a los tejidos en relación con las necesidades de éstos (Benjamin, 1998; Guyton, Hall, 2001); así mismo se produce un aumento de la viscosidad sanguínea y un desplazamiento de la curva de disociación de la oxihemoglobina hacia la derecha (Reynafarje, C. 1964; Abbredcht, P. 1972).

La extracción de sangre del animal y la sujeción física provocan estrés, lo que puede incrementar el número de hematíes, el valor del hematocrito y de la hemoglobina (Morales, M. 2009).

Los resultados obtenidos en el presente estudio en cuanto a VCM, CHCM, HCM son: El VCM para la Línea Cárnica  $93.3 \pm 3.6$  fl (88 – 102 fl) y para la Línea Precoz fue  $88.03 \pm 3.66$  fl (80 – 96 fl); el CHCM para Línea Cárnica fue  $29.02 \pm 1.23$  g/dl (27.4 – 34.4 g/dl), para la Línea Precoz  $29.5 \pm 0.92$  g/dl (27.9 – 32.1 g/dl); el HCM para la Línea Cárnica fue  $27.16 \pm 1.53$  pg (25.4 – 33.5 pg) y para la Línea Precoz fue  $25.9 \pm 1.44$  pg (23.2 – 28.8 pg); el ISIS (1999) reporta un VCM de  $78.2 \pm 8.2$  fL (55.2 – 84 fL), CHCM de  $34 \pm 2$  g/dL (30 – 37 g/dL) y HCM de  $26.5 \pm 2.6$  pg (20 – 29 pg); y Schalm *et al* (1975) reporta un VCM de  $82.2 \pm 2.7$  fl (79.5 – 84.9 fl) y CHCM de  $30.3 \pm 1.2$  g/dl (29.1 – 31.5 g/dl). Los valores de CHCM y HCM son similares entre ambos grupos de estudio (Línea Cárnica y Precoz) y a su vez con los reportados por ISIS (1999) y Schalm *et al* debido a la comparación de sus respectivas desviaciones estándar (DE). Respecto al VCM, los datos obtenidos de la Línea Precoz son similares a los observados según ISIS (1999) y Schalm *et al*, lo que no ocurre con la Línea Cárnica, donde los valores obtenidos difieren con ambos reportes respecto a la evaluación de dicha medida de dispersión. Puede atribuirse a los cambios fisiológicos por la crianza en altura, la selección genética, el manejo tecnificado y productivo, la alimentación de los animales muestreados para este trabajo.

Respecto al número de leucocitos totales, el valor promedio obtenido para la Línea Cárnica fue  $6.18 \pm 2.27 \times 10^3/\mu\text{L}$  (3.47 – 13.93  $\times 10^3/\mu\text{L}$ ) y para la Línea Precoz fue  $9.6 \pm 2.53 \times 10^3/\mu\text{L}$  (6.40 – 14.94  $\times 10^3/\mu\text{L}$ ); estos valores son similares entre si y a los reportados por ISIS (1999) con valores de  $7.01 \pm 3.5 \times 10^3/\mu\text{L}$  (3 – 14.4  $\times 10^3/\mu\text{L}$ ) y Schalm *et al* (1975) con valores de  $5.94 \pm 1.23 \times 10^3/\mu\text{L}$  (4.67 – 7.13  $\times 10^3/\mu\text{L}$ ), debido a la comparación de sus respectivas desviaciones estándar (DE).

El conteo total de leucocitos es significativamente influenciado por el lugar del drenaje de la sangre, la edad del animal, la actividad muscular, los factores de estrés y alojamiento (Rebar *et*

*al*, 2002). No se evidencia cambios en la serie leucocitaria en lugares donde la cantidad de oxígeno en el aire se encuentra reducida. En los recuentos de leucocitos totales, los valores en adultos son menores que los valores de animales jóvenes. Todos los valores leucocitarios, en el cobayo, con la posible excepción de los basófilos, revelaron un aumento gradual con la edad (Schalm *et al*, 1975). Cuando se concentran grandes cantidades de animales, los recuentos totales de leucocitos tienden a ser altos. Los animales libres de patógenos tienden a poseer menores recuentos totales de leucocitos que los animales criados en condiciones convencionales. Las condiciones de estrés, antes o durante la extracción de sangre, afectan el hematocrito, aún en animales relativamente dóciles puede subir hasta en un 20%, similar acción realiza el ejercicio; contrariamente, la sedación en algunos casos reduce en forma considerable los parámetros eritrocíticos (Doxey, 1987).

En cuanto a los valores promedio de porcentaje de la Neutrófilos hallados en el presente estudio fue para la Línea Cárnica fue  $35.13 \pm 12.6 \%$  (12 – 75 %) y para la Línea Precoz fue  $54.8 \pm 16.9 \%$  (23 – 88 %). Los promedios reportados por el ISIS (1999) y Schalm *et al* (1975) son  $37.5 \pm 31.2 \%$  (13.3 – 52 %) y  $31.9 \pm 10.7 \%$  (21.2 – 42.6 %) respectivamente. Todos estos valores son similares entre sí debido a la comparación de sus respectivas desviaciones estándar (DE).

Los valores promedio con respecto a los Linfocitos para el presente estudio fue para la Línea Cárnica  $59.7 \pm 11.2 \%$  (24 – 83 %) y para la Línea Precoz  $40.4 \pm 18.8 \%$  (3 – 76 %) y los valores reportados por ISIS (1999) y Schalm *et al* (1975),  $55.1 \pm 27.7 \%$  (33 – 51 %) y  $65.9 \pm 10.6 \%$  (55.3 – 76.5 %) respectivamente, son similares entre sí de acuerdo con la comparación de sus desviaciones estándar (DE). Con respecto a los valores promedio de los Monocitos, el presente estudio muestra para la Línea Cárnica fue  $5.2 \pm 3.21\%$  (1 – 11 %), para la Línea Precoz fue  $4.8 \pm 4.3 \%$  (1 – 13 %), ISIS (1999) reporta  $6.8 \pm 5.8 \%$  (3 – 9.4 %) y Schalm *et al* (1975) reporta  $1.3 \pm 1.1 \%$  (0.2 – 2.4 %), habiendo similitud entre estos valores al ser comparados tomando en cuenta sus respectivas desviaciones estándar (DE).

Los valores hematológicos encontrados pueden verse afectados por el tipo de manejo, alojamiento y alimentación. Se debe tener en cuenta que los valores denominados normales, están sujetos a varios factores, al momento de interpretar y mostrar los resultados. (Doxey, 1987).

Existe una considerable variación entre los informes sobre el rango normal y la media de los recuentos de leucocitos totales en el cobayo. Rooft *et al*. (1950) compararon los valores



obtenidos en el número de eritrocitos y leucocitos en sangre periférica con la de la sangre obtenida del corazón por punción. La sangre del corazón fue tomada bajo anestesia (pentobarbital sódico), mientras que la sangre periférica se extrajo antes de la administración de la anestesia. Los valores obtenidos para la sangre periférica, número de eritrocitos y leucocitos, fue superior con respecto a la obtenida de la sangre del corazón, esto debido a que el anestésico utilizado (pentobarbital sódico) para la punción cardiaca causa una reducción de los eritrocitos circulantes mediante el secuestro de sangre en el bazo (Schalm *et al* , 1975); por lo tanto es importante conocer el método de toma de muestra para un mejor entendimiento y procesamiento de los valores hematológicos obtenidos.

Cobayos que se encuentran libres de gérmenes tienden a tener menor recuento de leucocitos totales y un menor número de neutrófilos que los cobayos convencionales de la misma edad (Gordon, 1959).

Los valores promedio obtenido para el conteo de Plaquetas en el presente estudio fue para la Línea Cárnica  $389.13 \pm 84.9 \times 10^3 / \mu\text{l}$  ( $249 - 538 \times 10^3 / \mu\text{l}$ ) y para la Línea Precoz  $492.1 \pm 119.9 \times 10^3 / \mu\text{l}$  ( $322 - 800 \times 10^3 / \mu\text{l}$ ). El ISIS (1999) no reporta valores para el conteo de plaquetas sanguíneas, Schalm *et al* (1975) reporta  $489 \pm 109 \times 10^3 / \mu\text{l}$  ( $380 - 598 \times 10^3 / \mu\text{l}$ ), encontrándose similitud entre estos valores de acuerdo a la comparación de sus respectivas desviaciones estándar. Diversos autores reportan que el número de plaquetas no se ve influenciado por la altura, pero si presentan un aumento en la actividad fibrinolítica (Figallo, 1972).

Atendiendo a las diferencias estadísticas significativas halladas en los parámetros hematológicos (Hemoglobina, Hematocrito, VCM, HCM, Linfocitos y monocitos) entre ambas líneas de selección Cárnica y Precoz, y teniendo en cuenta el tipo de crianza, manejo, alimentación, edad, sexo y altura que para ambas líneas estos factores son los mismos, la diferencia entre estas líneas esta evidenciado en la selección genética para cada línea, dejando abierta la posibilidad de cambios fisiológicos generados por un proceso de adaptación ya que en un inicio de la formación de estas línea de selección se usaron animales de la costa.

## **VIII. CONCLUSIONES**

Los valores medios de los parámetros estudiados están dentro del rango de referencia establecido para la especie, a excepción del parámetro VCM de la Línea Cárnica con respecto a los valores de referencia (ISIS – 1999, Schalm 1975).

Es importante establecer que los resultados obtenidos son referenciales para el área y características del estudio pero no necesariamente endosable a una propuesta universal de compromiso individual y o particular.

La prueba de t-student, realizado a las dos líneas de selección, presentó diferencia estadística para Hemoglobina, Hematocrito, VCM, HCM, Linfocitos (%) y monocitos (%) a favor de la Línea Cárnica.

## **IX. RECOMENDACIONES**

Establecer como técnica de elección para la toma de muestra de sangre periférica en cobayos, la punción de vena cefálica por goteo directo.

Mejorar las condiciones de manejo previas al procedimiento de toma de muestra para evitar el efecto del estrés.

Se recomienda realizar un estudio similar en animales criados a nivel del mar.

## X. APÉNDICES

**Apéndice 1:** Valores Hematológicos (Serie Eritrocítica, Serie Leucocítica y conteo de Plaquetas) Media y Desvío Estandar de la Línea Cárnica

CODIGO	G.Rojos	HB	Ht	VCM	CHCM	HCM	Leucocitos	Neutro.	Linf.	Mon	Plaquetas
MUESTRA	(X 10 <sup>6</sup> /μl)	(g/dl)	(%)	(fl)	(pg)	(g/dl)	(x10 <sup>3</sup> /μl)	(%)	(%)	(%)	(x10 <sup>3</sup> /μl)
C1	6.54	17.5	57.66	88	30.3	26.7	4.05	32	60	8	437
C2	6.71	18.5	63.13	94	29.3	27.6	10.84	12	83	5	374
C3	5.89	16.4	56.68	96	28.9	27.8	6.67	26	73	1	296
C4	6.07	15.6	54.02	89	28.9	25.7	4.97	28	66	6	375
C5	6.31	17.0	58.18	92	29.2	27	5.59	28	71	1	329
C6	6.22	17.0	57.72	93	29.4	27.3	5.43	23	67	10	380
C7	6.5	16.7	60.87	94	27.4	25.7	7.14	43	55	2	483
C8	5.89	15.8	55.52	94	28.5	26.9	3.47	34	60	6	509
C9	6.44	17.3	61.51	96	28.1	26.9	5.56	47	49	4	433
C10	5.45	18.2	52.98	97	34.4	33.5	13.93	34	62	4	316
C11	6.03	15.8	57.43	95	27.5	26.2	8.83	36	60	4	499
C12	5.98	16.8	58.39	98	28.9	28.2	6.6	26	64	10	405
C13	6.31	16.3	55.71	88	29.2	25.8	4.15	52	47	1	391
C14	5.94	16.2	55.56	94	29.1	27.2	6.89	37	56	7	384
C15	6.28	17.1	57.87	92	29.5	27.2	6.33	33	62	5	305
C16	5.85	16.8	57.59	98	29.2	28.7	4.53	30	64	6	389
C17	6.14	16.2	56.64	92	28.5	26.3	10.12	75	24	1	611
C18	6.67	16.9	58.45	88	29	25.4	3.64	20	71	9	266
C19	5.8	16.6	54.38	94	30.4	28.6	6.6	22	67	11	464
C20	6.1	15.5	55.01	90	28.2	25.4	5.03	31	68	1	333
C21	6.28	16.6	60.04	96	27.6	26.4	6.08	43	54	3	391
C22	6.09	15.9	55.1	90	28.8	26	5.32	38	55	7	481
C23	6.1	16.4	58.74	96	28	27	5.57	19	71	10	333
C24	6.06	16.4	54.03	89	30.4	27.1	3.75	38	55	7	330
C25	5.86	16.3	56.62	96	28.8	27.8	6.51	57	42	1	538
C26	5.9	16.0	57.06	97	28.1	27.2	7.07	49	44	7	322
C27	5.39	15.3	54.69	102	27.9	28.4	5.74	42	53	5	345
C28	5.87	15.4	51.92	88	29.7	26.2	4.72	36	60	4	249
C29	6.05	16.1	55.27	91	29.1	28.5	4.49	26	65	9	403
C30	5.64	14.8	52.19	92	28.3	26.2	5.73	37	62	1	303
MEDIA	6.07866667	16.4	56.6986667	93.3	29.02	27.16333333	6.17833333	35.13333333	59.6666667	5.2	389.133333
DS	0.31627938	0.81144118	2.63913352	3.58300587	1.28958694	1.53386672	2.26620004	12.6456571	11.2444111	3.20989848	84.9083617

**Apéndice 2:** Valores Hematológicos (Serie Eritroítica, Serie Leucocítica y conteo de Plaquetas) Media y Desvío Estandar de la Línea Precoz

CODIGO	G. Rojos	HB	Ht	VCM	CHCM	HCM	Leucocitos	Neutro.	Linf.	Mon	Plaquetas
MUESTRA	(X 10 <sup>6</sup> /μl)	(g/dl)	(%)	(fl)	(pg)	(g/dl)	(x10 <sup>3</sup> /μl)	(%)	(%)	(%)	(x10 <sup>3</sup> /μl)
A1	5.82	14.3	48.77	84	29.2	24.5	7.11	44	51	5	507
A2	6.41	16.6	56.27	88	29.5	25.9	6.69	46	53	1	511
A3	6.71	15.6	53.91	80	28.9	23.2	6.4	46	53	1	438
A4	6.87	16.9	58.21	85	29.1	24.7	13.69	71	19	10	381
A5	6.29	15.8	53.64	85	29.4	25.1	14.94	55	32	13	719
A6	5.3	15.1	46.95	89	32.1	28.5	8.91	61	26	13	412
A7	5.85	14.8	51.49	88	28.7	25.3	6.46	46	53	1	594
A8	6.01	16.1	55.15	92	29.1	26.7	9.17	68	23	9	542
A9	5.4	14.6	46.73	87	31.3	27.1	6.31	81	7	12	455
A10	5.92	16.3	53.13	90	30.6	27.5	10.43	43	53	4	439
A11	5.93	15.9	53.54	90	29.7	26.8	13.82	69	23	8	663
A12	5.93	16.1	51.94	88	31	27.2	11.15	49	38	13	327
A13	5.91	15.0	51.6	87	29.2	25.5	11.32	46	53	1	518
A14	6.02	15.7	54.32	90	28.9	26.1	13.81	51	44	5	705
A15	5.75	16.0	54.7	95	29.2	27.8	8.9	53	43	4	800
A16	5.98	15.7	53.7	90	29.3	26.3	8.74	39	60	1	467
A17	5.82	15.6	51.39	88	30.3	26.7	10.13	52	44	4	546
A18	5.73	15.7	54.18	95	29	27.4	9.9	64	29	7	439
A19	6.68	18.1	59.76	89	30.3	27.1	13.37	88	3	9	323
A20	6.3	16.2	54.82	87	29.5	25.7	7.88	83	16	1	406
A21	6.6	15.8	56.53	86	27.9	23.9	11.3	75	24	1	346
A22	6.27	14.7	52.24	83	28.1	23.4	6.83	55	42	3	322
A23	6.4	16.2	56.54	88	28.6	25.2	7.04	79	20	1	435
A24	6.51	15.9	52.67	81	30.1	24.4	7.31	72	27	1	616
A25	5.83	14.8	51.11	88	28.9	25.3	10.32	31	62	7	561
A26	5.97	15.0	51.08	86	29.3	25.1	8.34	34	65	1	400
A27	5.95	17.1	57.39	96	29.8	28.8	10.75	49	46	5	452
A28	5.8	16.0	53.04	91	30.2	27.7	8.18	31	68	1	500
A29	6.51	16.4	56.4	87	29.1	25.2	10.96	39	60	1	439
A30	6.15	15.5	53.83	88	28.7	25.2	7.61	23	76	1	500
MEDIA	6.087333333	15.8	53.501	88.03333333	29.5	25.9766667	9.592333333	54.7666667	40.43333333	4.8	492.1
DS	0.37795213	0.80732993	2.9840072	3.662232763	0.91914503	1.44286194	2.52889602	16.9881974	18.839949	4.27018533	119.930828

**Apéndice 3: Código y Peso de la Línea Cárnica**

LINEA		CÁRNICO
EDAD		3 MESES
Numero	Identificación	Peso
1	C5420	1145
2	C5370	1030
3	C5415	962
4	C5369	1073
5	C5387	1119
6	C5424	972
7	C5412	1071
8	C5402	1112
9	C5363	1143
10	C5390	1073
11	C5393	1109
12	C5410	1258
13	C5421	1055
14	C5380	957
15	C5399	1080
16	C5406	1061
17	C5396	917
18	C5411	1038
19	C5364	1149
20	C5374	1034
21	C5413	1058
22	C5389	1114
23	C5440	869
24	S/A BALLO	1094
25	S/A COLORADO	1039
26	C5442	910
27	C5395	1253
28	C5383	1037
29	C5405	1043
30	C5429	1018

**Apéndice 4: Código y Peso de la Línea Precoz**

LINEA		PRECOZ
EDAD	ENTRE 2.5 Y 3.5 MESES	
Numero	Identificación	Peso
1	A7382	939
2	A7437	912
3	A7425	861
4	A7420	901
5	A7388	926
6	A7381	882
7	A7387	987
8	A7408	941
9	A7412	801
10	A7424	910
11	A7432	960
12	A7397	970
13	A7417	847
14	A7392	1000
15	A7385	1029
16	A7399	1152
17	A7393	918
18	A7383	952
19	A7541	765
20	A7419	932
21	A7416	1037
22	A7426	638
23	A7540	888
24	A7520	1027
25	A7456	1009
26	A7457	932
27	A7446	857
28	A7478	807
29	A7448	907
30	A7441	957



## XI. BIBLIOGRAFÍA

1. **Abbredcht, P. 1972.** Plasma erythropoietin in men and mice during acclimatization to different altitudes. J Appl Physiol.
2. **Aliaga L. 1979.** Producción de Cuyes. Universidad del Centro del Perú. 327p.
3. **Aliaga L. 1995.** Crianza de Cuyes. Instituto Nacional de Investigación Agraria. Dirección General de Transferencia de Tecnología. Programa de Investigación en Crianzas Familiares. Lima – Perú: 170p.
4. **Aliaga L. 2006.** Crianza de Cuyes. Primera ed. INIA. Lima
5. **Ameghino C. 1968.** Sobre un brote de salmonelosis en cuyes (*Cavia porcellus*). Ext IVITA (3): 260 – 261.
6. **Ámsterdam L. 2004.** Genetic susceptibility for *Salmonella* infections RIVM report. [Internet]. Disponible en <http://rium.nl/bibliotheek/rapporten/340210001.html>
7. **Benirschke, K. ; Garner, F. ; Jones, T.C.; 1978.** Pathology of Laboratory Animals. New York: Springer-Verlog. Nº 1.
8. **Benjamín M. 1998.** Hematología Clínica Veterinaria. México: Editorial Limusa. P 33-87.

9. **Brodsky E, Ghori N, Falkows, Monack D. 2005.** Mig-14 is an inner membrane-associated protein that promotes *Salmonella Typhimurium* resistance to CRAMP, survival within activated macrophages and persistent infection. *Molecular Microbiology* 3: 954-972.
10. **Bustamante J. 1993.** Producción de Cuyes. 1era ed. Lima. Universidad Nacional Mayor de San Marcos- Facultad de Medicina Veterinaria. 259p.
11. **Caballero, A. 1952.** Valor Nutricional de la panca de maíz: consumo voluntario y digestibilidad en el cuy (*Cavia porcellus*). UNA La Molina. Lima-Perú. Tesis
12. **Cabrera A. 1953.** Los roedores argentinos de la familia *Cavidae*. Universidad de Buenos Aires. Publicación 6: 48-56.
13. **Canchari A. 1995.** El cuy. Manual práctico para su crianza en la comunidad. Ministerio de Agricultura. PRONAMACHCS. 180p.
14. **Carter G. 1990.** Fundamentos de bacteriología y micología veterinarias. 2da ed. Acribia. España. 192p.
15. **Castro H. 2002.** Sistema de crianza de cuyes a nivel familiar-comercial en el sector rural. Benson Agriculture and food Institute Brigham Young University. USA. [Internet]. Disponible en : <http://benzoninstitute.org/publication/thesis/sp/cuyecuador.pd7>.
16. **[CEA] Centro de Estudios Agropecuarios. 2001.** Crianza de cuyes. México. Grupo Editorial Iberoamerica. 92p.
17. **Chauca, L. 1994.** Crianza de Cuyes: Rol socio-económico y avances de investigación. *Agroenfoque*. 9(65): 33-35.

18. **Chauca, L. 1997.** Producción de Cuyes (*Cavia porcellus*). Estudio FAO producción y sanidad animal 138. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. Roma. 70p.
19. **Chauca, L. ; Dulanto ,B.; Higaonna, R.; Muscari, J. 1998.** Efecto del Fenómeno El Niño en crianzas familiares . Resúmenes de experimentos en crianzas familiares. INIA.98. (56): 27-29.
20. **Chrisp, C.; Reid,W.; Rush, H.; Suckow,M.; Bush,A.; Thomann, M. 1990.** Cryptosporidiosis in guinea pig: an animal model. Unit for Laboratory Animatele Medicine. Infect Immun 58(3): 674-679.
21. **Coles, E. 1986.** Veterinary Clinical Pathology. 4º Ed. 486pp. Ed Saunders. USA.
22. **Cooper, G.; Schiller,A. 1975.** Anatomy of the guinea pig. The University of Michigan. 417 pp. USA.
23. **Coppo, J.; Mussart, N. 2003.** Apoyatura bioquímica al diagnóstico veterinario. Casuística registrada tras 25 años de funcionamiento de un servicio de análisis clínicos. Rev. Vet. 10: 34-39.
24. **Cruz, H. 2008.** Manejo Técnico de Cuyes. Primera Edición. Ambato – Ecuador. P 7-60.
25. **Doxey, D.L . 1987.** Patología Clínica y procedimientos de diagnósticos en veterinaria. 2<sup>da</sup> Ed; p.185-194. Editorial El Manual Moderno S.A. México.
26. **Esquivel, RJ. 1994.** Criemos cuyes. IMP Instituto de Investigación Sociales IDIS. Cuenca – Ecuador. P. 212.
27. **Fano, R. 1999.** Evaluación de impactos de los programas de investigación del INIA. [Internet]. Disponible en: <http://www.inia.gob.pe>

28. **[FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2001.** Mejorando la nutrición a través de huertos y granjas familiares. Manual de capacitación para trabajadores de campo en América Latina y El Caribe. Roma. 82p.
29. **[FDN] Fundación para el Desarrollo Nacional. 1994.** Crianza de Cuyes. Proyecto de difusión de la crianza y consumo del cuy. 82p.
30. **Figallo, MA. 1972.** Estudios sobre plaquetas. Tesis Doctoral. Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima-Perú.
31. **Figuerola, M.; Verdugo,A. 2005.** Mecanismos moleculares de patogenicidad de *Salmonella spp.* Rev Latinoam Microbiol 47 (1-2): 25-42.
32. **Finiay, B.; Falkows. 1989.** Salmonella as an intracellular parasite. Molecular Microbiology 3 (12): 1833-1841.
33. **Florian, A.** Mermas de producción por infestaciones de *Deramanysus gallinae*. Informe final. Proyecto Sistema de producción de cuyes en el Perú. FASE I y II. INIA-CIID. Vals I y AA.
34. **Florian, A. 1998.** Control de ectoparásitos en cuyes. Resúmenes de experimentos en crianzas familiares. INIA 98 (39): 7-10p.
35. **Gomez , BC.; Vergara, V. 1993.** Fundamentos de Nutrición y alimentación. I Curso en Nacional de Capacitación en Crianzas Familiares. INIA-EELM-EEB1. 38-50p.
36. **Gordon, H.A. 1959.** Morphological and Physiological Characterization of Germfree Life. Ann.NY.Acad.Sci.; 78:208.
37. **Guyton, H. 2001.** Tratado de Fisiología Médica. 10<sup>ma</sup> Edición. Mc. Grow Hill.
38. **Hanes,M. 1999** Diseases of guinea pig. Departament of Lab Animal. Resources- University of Texas Health Center- San Antonio. [Internet]. Disponible en <http://www.afip.org/vetpath/POLA/99/1999-cavia.htm>

39. **Harkness, J. 1995.** Rodent drug dosages en: exotic formulary: a supplement to AAHA's practitioner guides to exotic animal medicine. J. Am. Anim Hosp Assoc 31:437-446.
  
40. **Havelaar, A.; Garssen, T.; Takum, K.; Koedam, M.; Dufrenne, J. 2001.** Arat model for dose- response relationships of *Salmonella enteritidis* infection. Journal of Applied Microbiology 91: 442-452.
  
41. **Hidalgo, V. 2000.** Crianza de Cuyes. Programa de Investigación en Carnes. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Zootecnia. Lima. 90p.
42. **Higaonna, R.; Muscar, J.; Chauca, L. 2001.** Sistema de crianzas en cuyes lactantes. Rev Inv Vet Perú (Supl 1): 326-329.
  
43. **Hillyer, E.V.; Quesen Berry, K.E.; Donnelly, T.M. 1996.** Biology, husbandry, and clinical techniques (of guinea pig and chinchillos). In: Hillyer, E.V.; Quesen Berry, K.E. eds. Ferrest, rabbits, and rodents clinical medicine and surgery. Philadelphia: WB Saunders. 102p.
  
44. **[INIA] Instituto Nacional de Investigación. Agraria. 2003.** Proyectos de la DNI de crianzas. [Internet]. Disponible en: [http://www.portalagrario.gob.pe/política/iniaz\\_KArex011.pd7](http://www.portalagrario.gob.pe/política/iniaz_KArex011.pd7).
  
45. **ISIS. International Species Information System. 1999.** Clinical Pathology Records Report. In house Reference Values Mammels. *Cavia porcellus*. Guinea pig . [Internet]. Disponible en: [http:// www.isis.org.com](http://www.isis.org.com)
  
46. **Izard, J.; Barrellier, M.T.; Quillec, M. 1976.** The Kurloff cell-its differentiation in the blood and lymphatic system. Cell Tissue Res 173:237-259p.
  
47. **Jain, N.C. 1986.** Schalm's veterinary hematology. 4<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Lea de Febiger. 18p.

48. **Jimenez, R. 2010.** Manuak G. Manual para el manejo de reproductores híbridos especializados en producción de carne. Jauja. E.E. IVITA El Mantaro. FMV. UNMSM. 175p.
  
49. **Johnson- Delaney, C.A. 1996.** Exotic companion medicine Hand book. LakeWorth, FL. Wingers Publishing. 43.
  
50. **Jubb K.; Kennedy, P.; Palmer, N. 1991.** Patología de los animales domésticos. 3era ed. Uruguay: Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur. 672p.
  
51. **Kent, H.; Formal, La Bree, E. 1996.** Acute enteritis due to *Salmonella Typhimurium* in opium trested guinea pig. Acch Path 81: 501-508p.
  
52. **Leguia,P.G. 1995.** Mermas de producción debido a enfermedades parasitarias. Informe final. Proyecto sistemas de producción de cuyes en el Perú. Fase I y II. INIA-CIID. Vals. I y II. 201p.
  
53. **Lowel, A.1998.** The biology, husbandry and health care of reptiles. Vol III T.F.H. Publications, INC. United States of America. Chapter: Diagnostics procedures: hematology. 703-713p.
  
54. **Makemson, J. 2004.** *Salmonella*. En Food Microbiology. Chapter 7. Course Outline January. MCB 4653. Florida International University. [Internet]. Disponible en <http://www.fiv.edu/~makemson/MCB4653/chap7fooddisease.salmonella.pd7>.
  
55. **Manning, P.J; Wagner, J.E.; Harness, J.E. 1984.** Biology and diseases of guinea pig. In: Fox JG, et al; eds. Laboratory animal medicine. Orlando: Academic Press.
  
56. **Marshall, A.H.E.; Swettenham, K.V.; Vernen-Roberts,B.; Revell, P.A. 1971.** Studies on the function of the Kurloff cell. Int Arch Allergy Appl Immunol. 40: 137-152p.
  
57. **Matsuura, A. 2008.** Susceptibilidad a antibacterianos in vitro de *Salmonella enterica* aislada de cobayos de crianza familiar-comercial en la provincia de Carhuaz. Tesis para

optar el título de Médico Veterinario. Lima. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Medicina Veterinaria. 63 p.

58. **Mattos, J. 2007.** Efecto de la muña (*Satureja parvifolia*) como aditivo no nutricional en la estimulación de *Lactobacillus sp.*, y control de *Salmonella Typhimurium* en cuyes de carne. Tesis Magister Scientai. Lima. Universidad Agraria La Molina. 77p.
59. **Medway, W.; Prier, J.; Wilkinson, J. 1986.** Patología Clínica Veterinaria. 1<sup>era</sup>. Ed. Editorial Hispano – Americana, S.A. México. 15 -19; 208 – 248p.
60. **Mitruka, B.J.; Rawnsley, H.M. 1977.** Clinical biochemical and haematological reference values in normal experimental animals and normal humans. 1<sup>st</sup> ed. New York: Masson. 33p.
61. **Morales, S.; Mattos, J.; Calle, S. 2007.** Efecto de la muña (*Satureja parvifolia*) en la dinámica de la infección por *Salmonella entérica* en cobayos. En: XXX reunión Científica Anual. Cuzco: Asociación Peruana de Producción Animal. Cuzco – Perú.
62. **Morales, M. 2009.** Atlas de Hematología Veterinaria. 2da edición , Servet. 243p.
63. **Orson, N. 1972.** The guinea pig. Dpto. Agricultura. Nat. Agricultura library USA. 73p.
64. **Parra, M.; Durango, J.; Mattar, S. 2002.** Microbiología, patogénesis, epidemiología, clínica y diagnóstico de las infecciones producidas por *Salmonella*. Rev MVZ Córdoba 7: 187-200 p.
65. **Percy, D.; Barthold, S. 2001.** Laboratorio de patología de roedores y conejos. 2da ed, Iowa State University press, Ames. 260 p.
66. **Ramirez, A. 1972.** Estudio bacteriológico y epidemiológico de un brote infeccioso en cobayos. Tesis para optar el título de Médico Veterinario. Lima. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 48p.

67. **Rebar, A.P.; Mac, W.; Metzger, F. 2002.** Manual de Hematología de perros y gatos. Primera edición española. Multimedia S.A. Barcelona, España.
68. **Reynafarge, C. 1964.** Hematologic Changes during rest and physical activity in man at high altitude. In: The Physiological Effects of High Altitude. De.WH. Weinhw. New York. Machillan.
69. **Rofes, J. 2000.** Sacrificio de cuyes en El Yanal, comunidad prehispánica del sur peruano. Bull Firts Fr études andines 29(1): 1-12p.
70. **Roofe, P.G; Latimer,H.B; Madison,M.; Maffer,M.; Wilkinson,P. 1950.** Comparison of Peripheral Blood with heart Blood in Guine Pigs. Science. 111:337.
71. **Salinas, M. 2000.** Crianza y comercialización de cuyes. 1<sup>era</sup> ed. Lima. Ediciones Ripalme. 135p.
72. **Sánchez, J. 2005.** Estudio fitoquímico de la *Lobelia decurres cav*,; y su efecto en la distomatosis inducida en *Cavia porcellus*. Rev Mundo Veterinario 3(11): 21-23p.
73. **Sánchez, M.; Cardona, N. 2003.** Mecanismo de interacción de *Salmonella* con la mucosa intestinal. Asociación Colombiana de Infectología, Infectio 7(1): 22-29p.
74. **Saravia, J. 2004.** Salmonelosis. [Internet]. Disponible en: [http://www.fepafem.org.ve/guias\\_de\\_urgencias/procesos\\_infecciosos/salmonelosis.pdf](http://www.fepafem.org.ve/guias_de_urgencias/procesos_infecciosos/salmonelosis.pdf)
75. **Schalm,O.; Jain,N.; Carrol, E. 1975.** Veterinary Hematology. 3<sup>th</sup> Ed. Lea y Febiger Edition-Philadelphia, USA. 228-235p.
76. **Schermer, S. 1967.** The blood morphology of laboratory animals. Philadelphia: FA Davis. 25p.



77. **Seastone, C. 1939.** Hemolytic *Streptococcus* lymphadenitis in guinea pigs. From The Department of Plant Pathology of the Rockefeller Institute for Medical Research, Princeton, New Jersey. [Internet]. Disponible en: <http://www.jem.org>
78. **Sevilla, R. 1994.** Evaluación Ciromazina (Larvadex) en el control de pulgas en cobayos. Tesis para optar el Título de Médico Veterinario. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Medicina Veterinaria. 35p.
79. **Simeone, D.; Aramburu, H. 1967.** Enzootia en cobayos (*Cavia cobayo*) debido a *Salmonella typhimurium*. Rev Med B. Aires 48: 113-122p.
80. **Sociedad Española para las Ciencias del Animal de Laboratorio (SECAL). 1993.** Extracción de sangre de los mamíferos y aves de Laboratorio (online). Laboratory Animal. Vol. 27. 1-22p. [Internet]. Disponible en: <http://www.secal.es/home.htm>
81. **Sodikoff, C.H. 1996.** Perfiles de Laboratorio en las enfermedades de los pequeños animales. 2da Ed. Editorial Mosby, Clamades, S.L. España. 9p.
82. **Soulsby, E. 1987.** Parasitología y enfermedades parasitarias de los animales domésticos. 7<sup>ma</sup> ed. México. Interamericana. 823p.
83. **Terragno, R.; Caffer, M.; Bruno, S.; Binsztein, N. 2003.** *Salmonella*: Aislamiento, identificación y serotipificación. Manual de procedimientos del Instituto Nacional de Enfermedades Infecciosas – ANLIS “Dr. Carlos G. Malbrán”. Argentina. 213p.
84. **Vadillo, S. 2002.** Manual de Microbiología Veterinaria. España: McGraw-Hill Interamericana. 653p.
85. **Villanueva, Y. 2001.** Crianza de Cuyes. Universidad Nacional Agraria – La Molina. 27p.
86. **Vivas, J.; Carballo, D. 2009.** Manual de Crianza de Cobayos (*Cavia porcellus*). Universidad Nacional Agraria. Facultad de Ciencia Animal. Managua, Nicaragua. 47p.

87. **Wagner, E. 1999.** Cobayos. Patología de los Animales de Laboratorio. Zaragoza: Acribia. 134p.
88. **Zaldivar, A.M. 2001.** Crianza de cuyes y generalidades. I Curso Nacional de Cuyes. Universidad Nacional del Centro. Huancayo. Perú. 23p.
89. **Zaldivar, A.M. 2001.** Estudio de la edad de empadre de cuyes hembras (*Cavia porcellus*) y su efecto sobre el tamaño y el peso de la camada.
90. **Zevallos, D. 2001.** El cuy su crianza y explotación. 1<sup>ra</sup> ed. Lima. Ediciones Enrique Capelleti. 190p.